

منتديات اقرأ الثقافية

www.igra.ahlamontada.com

فلسفة الفيزياء

د. محمد عبد اللطيف مطلب

الموسوعة الصغيرة

٢

فلسفة الفيزياء

د . محمد عبداللطيف مطلب

ايلول ١٩٧٧

منشورات وزارة الاعلام - الجمهورية العراقية
بغداد

مقدمة

تخفي العلاقة بين الفلسفة والفيزياء - وعلوم الطبيعة عموما - على الكثيرين من طلاب هذه العلوم والمشتغلين فيها . وليس من النادر ان تعتبر الفلسفة ترفا فكريا ، او انشغالا غير منتج ولا لزوم له .

وقد استهدف الكتاب ايضاح العلاقة بين الفيزياء والفلسفة ، وبحث المسائل الفلسفية المتصلة بالفيزياء ، لا سيما تلك المسائل التي اثارها الفيزياء الحديثة ، ولو ان بعضها يتجاوز في مداه حدود الفيزياء .

ويجب القول اننا لا نستطيع ان نعتبر البحث الفلسفي العلمي في العديد من هذه المسائل منتهيا ، بل ان هذه تتطلب مواصلة البحث ، كمسألة الحتمية وعلاقتها بالقوانين الاحصائية ، ومسألة اللانهاية في الفيزياء والكوسمولوجيا والرياضيات والفلسفة . ولا شك ان النقاش حولها سيساعد على التقرب من حلولها العلمية .

واتمنى ان تتاح لي الفرصة لتوسيع الكتاب ،
واغنائه بمسائل فلسفية – فيزيائية اخرى .
وساكون شاكرا لكل من يبدي لي ملاحظاته وانتقاداته
حوله .

عسى ان يساهم الكتاب في بث المعرفة العلمية
في اوساط شعبنا النبيل .
بغداد – ١٩٧٧/٦/٢٢ .

محمد عبداللطيف مطلب
قسم الفيزياء/كلية العلوم
جامعة بغداد

الفصل الاول

الفيزياء والفلسفة

علاقة الفلسفة بالفيزياء والعلوم

الطبيعية الاخرى

كانت الفلسفة في العصور القديمة والوسطى
تفترض في الفيلسوف الاحاطة بالكثير من معارف
عصره من علوم الطبيعة والرياضيات والطب واللغة
والتاريخ وغيرها ، هذا اضافة الى النظرة الشاملة
عن العالم ، بحيث كان الفيلسوف دائرة معارف
عصره ، واسماء كارسطو والكندي والفارابي وابن
سينا وابن رشد ودافنتشي امثلة ساطعة على ذلك .

لقد احتوت النظرات التي قدمتها « فلسفة
الطبيعة » القديمة عن العالم على عدد من الاراء
العبقرية التي كان لها تأثير كبير على تطور العلم ،
والتي اثبت العلم الحديث صحتها : كالنظرية الذرية
ومبدأ حفظ المادة وفكرة التطور ولا نهائية العالم .
الا ان كل ذلك لم يكن يعدو نطاق التأملات
والتخمينات التي هي ، رغم صوابها ، لم تستند
على الفحص التجريبي والدراسة المفصلة لظواهر
الطبيعة الجزئية .

غير ان تقدم الانتاج منذ عصر النهضة ،

وحاجته الى العلم والتكنيك المعتمدين على التجربة
أدى الى نشوء العلوم الاختصاصية وتفاعلها بدورها
مع الانتاج وتطورها ، وبالتالي انفصالها الواحد تلو
الآخر عن امه الفلسفة واستخدام كل منها طرائق
خاصة به في البحث .

ان التطور العاصف في العلوم - ولا سيما
الطبيعية والتكنيكية منها - منذ بداية القرن العشرين
حتى الان اجبر كلا من هذه العلوم الى الانقسام
يدوره الى فروع اختصاصيه اضيق . وان المرء
ليتكلم الان عن « انفجار » في المعلومات ، كناية عن
التوسع السريع في العلم . ولا ضرورة ان نتطرق هنا
الى نشوء علوم جديدة لم يكن لها وجود في السابق،
او انها نشأت من اتحاد علمين او اكثر كالسيرنيتيك
وعلم الفضاء الكوني والفيزياء الفلكية والفلسفة
العلمية .

والان ينشأ السؤال التالي : ماذا بقي للفلسفة
الآن بعد ان انسخت عنها كل هذه العلوم ؟ افليس
من الاصوب ان نترك الفلسفة جانبا وندع كل
مشكلة يحلها العلم الاختصاصي الذي تنتمي اليه ؟

الجواب على هذا السؤال يحدده الواجب
الملتقى على عاتق الفلسفة، وهذا بدوره يحدد : موضوع
الفلسفة .

واجب الفلسفة هو ان تزودنا بنظرة علمية عامة موحدة متطورة للعالم ، وبتوجيه علمي للتحويلات الاجتماعية والتكنيكية في عصرنا يكون دليلا لنشاطنا العلمي والعملية .

بهذا المعنى لا يمكن الاستعاضة عن الفلسفة بأي علم اختصاصي آخر ولا بمجموع العلوم الاختصاصية . فكل علم اختصاصي يزودنا بمعلومات تفصيلية « جزئية » ضيقة نسبيا عن مجال اختصاصه ولكن مجموع هذه المعلومات التفصيلية (مجموع الاجزاء) لا يعطينا النظرة العامة الموحدة التي نبتغيها عن العالم ، وهذا هو بالذات ما تقوم به الفلسفة .

ان الفلسفة العلمية علم خاص بجانب العلوم الاختصاصية ، ولها مع هذه العلوم هدف مشترك هو : معرفة العالم المادي بتعدد اشكاله ، وتعقيداته ، وانعكاس كل ذلك في الفكر . والفلسفة تأخذ من العلوم الاختصاصية نتائجها ، ثم تعمم هذه النتائج لكي تستنتج منها قوانين العالم العامة ، وهو ما لا يفعله أي علم اختصاصي بمفرده . وبهذا تزود الفلسفة العلوم الاختصاصية بالقاعدة الفكرية التي تستند عليها ، النظرة الصحيحة للعالم .

فاذا عرفنا ان واجب الفلسفة العلمية اكتشاف

القوانين العامة التي تسير عليها الطبيعة والمجتمع والفكر ، وان هذا الواجب لا يمكن القيام به الا بتعميم اكتشافات العلوم الاختصاصية ، يصبح من الواضح ان مجرد التأمل في الطبيعة والمجتمع او الاعتماد على الخبر الشخصية اليومية لا يمكن ان يوصل المرء الى نتائج فلسفية يمكن الركون اليها ، لان الخبر الشخصية اليومية في الاغلب ضيقة وحيدة الطرف . ان الفلسفة يجب ان تعتمد على العلم في تعميماتها ، اي على نتائج العلوم الاختصاصية .

واذا كانت الفلسفة العلمية تعنى بالقوانين العامة وتعتمد في بحثها على العلوم الاختصاصية ، فهي لا يمكن ان تحل محل هذه العلوم ، وهي لا تقدم حلا جاهزا للمسائل التي تدرسها هذه . فليس من اختصاص الفلسفة وليس من واجبها ان تكتشف قانونا فيزيائيا مثلا او معادلة كيميائية ، فهذا واجب الفيزياء والكيمياء .

للتحليل العلمي للمسائل الفلسفية التي تثيرها الفيزياء الحديثة اهمية كبيرة للفلسفة والفيزياء على السواء . فالفلسفة العلمية تساهم في توضيح وتعميق المفاهيم الفيزيائية . ومن الناحية الثانية تغني الفيزياء والعلوم الطبيعية الاخرى باكتشافاتها الفلسفة ، وبهذه الوسيلة تدقق الفلسفة تعميماتها

او تبين ان بعض الموضوعات القديمة لم تعد صحيحة
ويلزم صياغة تعميمات جديدة .

ولهذا يجب ان تراعى الصلة بين الفلسفة
والفيزياء (والعلوم الاختصاصية عامة) وتدعم ،
فبدون ان تستند الفلسفة على نتائج بحوث العلوم
الاختصاصية وانجازاتها تبقى تعميماتها مقولات
لا يركن اليها .

في مسألة العلاقة بين الفيزياء والفلسفة لا يدور
البحث حول اولوية الفيزياء او الفلسفة ، بل حول
التفاعل المتبادل بينهما ، كتعميم النظريات الفيزيائية
وتدقيق المقولات الفلسفية واستخدام الفلسفة
لتفسير القضايا الفيزيائية ، اي ان المسألة مسألة
تفاعل مبدع بين الجانبين .

ليس من المستطاع وضع نظرية فيزيائية عن
طريق التفكير الفلسفي وحده ، فالنظريات الفيزيائية
يجب ان تستند قبل كل شيء على الحقائق التجريبية .

وليس من واجب الفلسفة اصدار احكام عن
الاتجاهات الجديدة في تطور الفيزياء ، قبولها او
رفضها ، بل ان من واجبها تعميم الخبر والاكتشافات
الجديدة التي تكسبها الفيزياء والعلوم عموما .

لقد تعرض بعض الفلاسفة مثلا الى نظرية
النسبية لاينشتاين ، وانتقدوها باعتبارها ، كما

تصوروا ، تستند على فلسفة وضعية ، لانهم لم يفهموا المحتوى الموضوعي لهذه النظرية كما يجب ، ولم يفرقوا بين هذا المحتوى والتفسيرات الفلسفية الخاطئة التي تلصق به .

ان الموقف الصحيح في حالة حصول تناقض بين الاكتشافات الجديدة في علم الطبيعة والمقولات الفلسفية القديمة هو : ان المقولات الفلسفية القديمة التي لم تعد تطابق الحقائق العلمية اما ان تصحح حتى تطابقها او ان تنبذ ان لم يكن ذلك ممكنا . اما الحقائق العلمية الطبيعية فلا يمكن ان تغير حتى تطابق المقولات الفلسفية القديمة .

ان العالم معقد لدرجة كبيرة بحيث ان نظريات فيزيائية مختلفة يمكن ان تتوافق مع الفلسفة العلمية ما دامت هذه النظريات تقف على اسس مادية . وان تطور البحث العلمي الاختصاصي وحده هو الذي سيبين ايا من هذه النظريات هي الصحيحة ، وأن البحث الفيزيائي وحده مثلا هو الذي يقرر مدى صحة استنتاجات النظرية النسبية او النظرية الكوانتية او نظرية المجال الموحد او نظرية الكون المتسع او اية نظرية اخرى تاتي في المستقبل .

الفيزيائيون المعاصرون والفلسفة :

بسبب اقتصار « فلسفة الطبيعة » في العصور القديمة والوسطى على التأملات وحدها تقريبا ،

وعدم معاشاتها للتطور الذي بدأ في علوم الطبيعة منذ عصر النهضة ، وظل يتسارع خلال الثورة الصناعية وحتى الآن ، نشأ شعور لدى العديد من الفيزيائيين وعلماء الطبيعة بعدم جدوى الفلسفة ، ودعا بعضهم الى نبذها كلياً . وقد وصف هذا الوضع الفيزيائي الكبير هلمولتس في منتصف القرن التاسع عشر بقوله : « كان الفلاسفة يرمون علماء الطبيعة بضيق الافق ، وكان هؤلاء يرمون الفلاسفة بالسخف . وقد سعى علماء الطبيعة لان تكون بحوثهم خالية تماما من اي اثر فلسفي . وبالرغم من انهم علماء بارزون فقد تنكروا للفلسفة ، لاعتقادهم بعدم فائدتها وحسب ، بل لانهم اعتبروها احلاما واهاما ضارة » (١)

غير ان هذا الموقف الوضعي التجريبي الذي اتخذته بعض علماء الطبيعة وقتذاك ، ويتخذها البعض الآن ايضا ، والداعي الى الاستغناء عن الفلسفة ، خاطيء تماما ، ذلك لان كل انسان يتاثر في نشاطه العلمي والاجتماعي عموما بواحد او اكثر من الاتجاهات الفلسفية والفكرية تأثرا كثير التعقيد ، سواء شعر هو بذلك ام لم يشعر . و « قد يعتقد علماء الطبيعة انهم يستطيعون ان يحرروا انفسهم من الفلسفة بتجاهلها ، او بازديادها لكنهم اذ لا يستطيعون التقدم في عملهم دون تفكير ، ولهم في

التفكير قواعد خاصة ، ... ياخذونها من المحاضرات الفلسفية التي اجبروا على سماعها في الجامعات . . . فليس من النادر ان يبقى هؤلاء عبيدا للفلسفة ، بل في الغالب لاسوا انواعها . وان اولئك الذين يكيلون اكثر السباب للفلسفة هم بالضبط اولئك الذين تستبعدهم اتفه البقايا لاسوا فلسفة «(٢)

تحسن الحال نسبيا خلال القرن العشرين . وقد اشار الى ذلك اينشتاين بقوله : « في بداية القرن العشرين لم يكن الا القليل من الفيزيائيين بالتفكير الفلسفي ، اما الان فقد اصبح جميع الفيزيائيين تقريبا فلاسفة ، ولو ان بعضهم قد اتخذ له فلسفة رديئة كالفلسفة الوضعية المنطقية «(٣) .

وقد اكد ابرز الفيزيائيين المعاصرين على اهمية النظرة الفلسفية في توجيه البحث العلمي فقد قال ماكس بلانك بان نظرة الباحث للعالم تحدد اتجاه بحثه . وقال لويس دي بروغلي بان الانفصال الذي حصل في القرن التاسع عشر بين العلم والفلسفة الحق ضررا بالعلم والفلسفة على السواء ، اما ماكس بورن فقد ذهب الى ان الفيزياء لا تحافظ على حيويتها الا حينما تدرك المعنى الفلسفي لنتائجها واساليبها .

تتمت الفيزياء الحديثة احيانا بكونها « فيزياء ثورية » وهذا النعت مصيب تماما ، لان الفيزياء

الحديثة سببت تحولات عميقة في تصوراتنا عن بنية المادة وخواصها بصورة الطبيعة التي أتت بها الفيزياء الحديثة ، ومفاهيمها وقوانينها ، تستلزم تفسيراً فلسفياً جديداً وتعميمات فلسفية جديدة . وكثيراً ما تثير الفيزياء الحديثة مسائل فلسفية يتجاوز مداها حدود الفيزياء كالحتمية والسببية في النظرية الكوانتية ومسألة الفضاء والزمان واللانهاية في نظرية النسبية .

وقد أشار هايزنبرك الى الصعاب التي تواجه محاولة التوفيق بين المفاهيم الجديدة في الفيزياء والفلسفات القديمة فقال « يدرك المرء الصعوبة حالاً حينما يحاول ضغط حقائق جديدة في نظام من المفاهيم الفلسفية القديمة ، او اذا استعملنا تعبيراً شعبياً قديماً نقول : حينما يحاول المرء ان يصب خمراً جديداً في قرب عتيقة . فهذه المحاولات مزعجة دائماً ، لأنها تؤدي الى الانشغال وقضاء الوقت بترقيع الشقوق في القرب العتيقة ، بدل الابتهاج والاستمتاع بالخمير الجديد » (٤) . وكتب فايتسيكر « لقد طرحت الفيزياء الحديثة مسائل فلسفية من الصعوبة ان تجد لها حلاً شافياً ضمن الانظمة الفلسفية المعروفة ، القديمة منها والراهنة » (٥) .

ان اهتمام كبار الفيزيائيين بالفلسفة ، ومحاولتهم استنتاج التعميمات الفلسفية من

الاكتشافات الفيزيائية امر مفيد جدا وضروري
جدا

ولكن هل من الصواب النظر الى الافكار
الفلسفية التي يطرحها كبار الفيزيائيين على انها
صحيحة ، تتمتع بنفس صحة افكارهم الفيزيائية
التي تثبتتها التجارب المختبرية والطبيعية ؟

في رأينا ان ذلك لا يجوز دائما وبدون تمعن
ودراسة . فالافكار والتفسيرات الفلسفية التي
يطرحها الفيزيائيون لا تكون دائما مستنتجة
بالضرورة من البحوث والاكتشافات الفيزيائية ، ولا
تمليها هذه الاكتشافات ، بل يكون الفيزيائي فيها
متاثرا بهذه او تلك من الفلسفات والاتجاهات الفكرية
السائدة في عصره والمجتمع الذي يعيش فيه . وهذا
مما ادى الى ان يتخذ العديد من الفيزيائيين آراء
فلسفية متضاربة في تفسير نفس النظرية الفيزيائية .
فمن الفيزيائيين من ذهب في تفسيره للميكانيك
الكوانتي الى انكار السببية في العالم الصغير ،
واعتيار الاحداث فيه تجري بصورة عشوائية ،
ومنهم من لم ينكر السببية فيه ، واعتبر نكران
السببية نبذا للعلم والنظرة العلمية للعالم

ان نكران هايزنبرك ويوردان للسببية في العالم
الصغير وتأثرهما العميق بالفلسفة الوجودية ،
ومقولة اينشتاين ان النظريات الفيزيائية ابداع

حر لعقل الانسان ، كلها امثلة على ذلك ، وهي تؤكد قولنا ان هذه الاراء الفلسفية لا تمثل دائما وبالضرورة تعميمات لاكتشافاتهم الفيزيائية .

ان قولنا هذا لا ينال من القيمة العلمية لاي واحد من علماء الطبيعة في شيء . اننا نجعل جميع العلماء اجلالا عظيما ، فكل واحد منهم منذ العصور القديمة حتى الان ، من ارخميدس وابن الهيثم ، فغاليليو ونيوتن ، حتى اينشتاين وهايزنبرك ، قد ساهم مساهمة لا تقدر بثمن في اىصال العلم الى مستواه الحالي ، وبدون جهودهم تلك لم يكن بالامكان الكلام عما نسميه اليوم بالنظرة العلمية للعالم .

ان عالم الطبيعة في بحثه العلمي الطبيعي لا بد وان تسيطر عليه ذهنية مادية « تلقائية » يستوجبها البحث الطبيعي نفسه . غير ان هذه المادية التلقائية لا تعني ان للعالم فلسفة مادية في جميع المسائل وفي كل ما يطرح من افكار .

وقد ساهم العديد من علماء الطبيعة ، وفي كثير من الاحيان بدفع من هذه المادية التلقائية ، في دعم المادية الفلسفية (اينشتاين ، ماكس بورن) دون ان يقصدوا هم ذلك . كما شهد تاريخ حياة البعض منهم انتقالا من مواقع فلسفية مثالية الى مواقع مادية في بعض الاحيان (هايزنبرك) .

كانت الافكار الجديدة التي أتت بها الفيزياء الحديثة منطلقا للعديد من الفلاسفة المعادين للفلسفة العلمية - ولا سيما الوضعيين منهم - والفيزيائيين المتأثرين بهؤلاء ، لتبرير وتميرير الافكار الفيزيائية واللاعلمية . وقد استغلت بصورة خاصة قوانين الميكانيك الكوانتي الاحصائية الاحتمالية للدعاء بالاحتمية في العالم الصغير ، والزعم بوجود ميدان في الطبيعة لا تخضع الظواهر فيه للقوانين السببية ، بل تسود هناك تلقائية عشوائية ، لا سببية مطلقة ، حيث ينشأ الجديد دون ان يكون له ارتباط بماضيه . كما استغلت علاقة اللادقة لهايزنبرك لهذا الغرض استغلالا شنيعا . وقد صور ماكس بورن تجربته الخاصة بهذا الصدد اذ روى : « ان بعض الناس يفرحون لرجوع الفيزياء عن الحتمية (الميكانيكية) . أتذكر في الوقت الذي ظهرت فيه ابحاثي الاولى عن التفسير الاحصائي للميكانيك الكوانتي ، ان اتي الي رجل حاملا معه كتبا تبشيرية قدمها لي ، ظانا اني اصبحت مستعدا للرجوع للتعاليم الروحية » (٦) .

ان الموقف المادي التلقائي المعارض للمثالية والوضعية ، الذي اتخذه العديد من الفيزيائيين ، ساهم مساهمة كبيرة في مقاومة هذا الاتجاه الغيبي الظلامي والتغلب عليه . وهو يبين في نفس الوقت استحالة التوفيق بين علم الطبيعة والمعتقدات

الغيبية والسحر والاعاجيب . لقد قاوم بورن مثلا
اساءة استغلال القوانين الاحصائية في الميكانيك
الكوانتي من اجل تبرير الاعتقاد بالاعاجيب والقوى
فوق الطبيعية ، وقال « لا يستطيع الا ان اقول
باني لا اؤمن بخرق قوانين الطبيعة . اما كون هذه
القوانين ذات طابع احصائي ، ولهذا فهي تُسمح
بحيود عن السلوك الاعتيادي ، فهذا ما يدفعني لان
اوضح الامر بصورة ادق ان التشتت الاحصائي
نفسه يخضع لقوانين معينة . اما المعجزات
والاعاجيب الغيبية فهي من نوع اخر ، وتقع في
مستوى اخر تماما ، والمقصود منها ان تبرهن على
شيء يقع خارج نطاق البحث العلمي ، مثلا فعل
الادعية والتعاويذ ، وتدخل قوى فوق الطبيعة
لصالح بعض الناس او الشعوب او ضدها » (٧) .

الفصل الثاني

المادة في الفيزياء والفلسفة

تطور مفهوم المادة

كانت المادة تعرف حتى زمن ليس بالبعيد بانها « كل شيء يشغل حيزا من الفراغ وله وزن » ، او انها كل شيء « ثقيل ، قصوري ، صلد لا يخترق يملا حيزا من الفضاء » ومن الواضح أن تطور الفيزياء ولا سيما في القرن العشرين ابان ان هذا التضييق لمفهوم المادة ليس له ما يبرره ، وهو احد المعالم الرئيسية للمادية الميكانيكية التي كانت ، بسبب مستوى العلم حينذاك ، تساوى بين المادة واحد اشكالها. وربما كان من المفيد ان ناتي بصياغة نيوتن لهذه المسألة ، اذ كتب عام ١٧٠٤ في كتابه « البصريات » « يبدو ان الاله قد خلق المادة في البدء بهيئة دقائق صلبة ، متماسكة ، ثقيلة ، متحركة ، لا تخترق ، بحجوم واشكال وصفات تناسب الغايات التي خلقت لها ، وان هذه الدقائق الاولى هي لصلابتها اقوى بما لا يقاس من اية مادة مسامية مصنوعة منها ، وقوية بحيث انها لا تبلى ولا تنهشم ، وليست هناك قوة اعتيادية تستطيع تجزئة ما خلقه الاله في البدء واحدا» (١) . ومن الجلي ان هذه الاراء تمثل احياءا للمذهب الليري اليوناني .

بدأت الصورة الميكانيكية الضيقة للمادة بالتصدع منذ النصف الثاني من القرن التاسع عشر ، بتطور علم الكهربائية ، حيث دخل « المجال » إلى جانب المادة (الميكانيكية) في تفسير ظواهر الطبيعة . ولكن رغم هذا التطور ، والتطور الذي لحقه في القرن العشرين في الفيزياء الحديثة ، بقي مفهوم « المادة » كما يستعمل في الفيزياء حتى اليوم في الغالب نفس المفهوم الميكانيكي القاصر الذي ذكرناه .

ان مفهوم المادة تصميم فلسفي عن خبرتنا عن الواقع الموضوعي ، ولا يرتبط بشكل معين للمادة او بنية معينة لها ، اذ ان البحث في بنية المادة وخصائصها الفيزيائية والكيميائية وغيرها هو من واجب العلوم الاختصاصية . غير ان مفهوم المادة الفلسفي لا ينفصل عن المعارف العلمية الطبيعية حول بنية المادة وخواصها ، بل يرتبط بها ارتباطا وثيقا ، وان الفصل بينهما يعني فصل الفلسفة العلمية عن العلوم الاختصاصية ، وان نتائج بحوث العلوم الاختصاصية يجب ان تكون القاعدة التي تستند اليها التعميمات الفلسفية .

تطور مفهوم المادة بتطور معرفة الانسان عن محيطه على مر العصور .

فلم يكن مفهوم المادة متبلورا لدى فلاسفة

الصين والهند القدماء ، الا انهم كانوا يميلون الى الاعتقاد بوجود الاشياء والظواهر في الطبيعة وجودا موضوعيا مستقلا عن الانسان ، وكانت هذه تتألف عندهم من عناصر قليلة (التراب ، الماء ، الهواء ، النار ، المعدن ، الخشب ، ...)

وحاول الفلاسفة الاغريق القدماء (القرن السادس قبل الميلاد) ارجاع الانواع المتعددة للجسام الى عنصر اساسي واحد .

وفي المذهب الذري الذي اقامه لويكيبي وديمقريط وطوره ابيقور ولوكريتيص اصبح العنصر الاساسي دقائق مادية صغيرة جدا غير قابلة للتجزئة (الذرات) تختلف عن بعضها في الشكل والترتيب والمكان ، وهي ، بسبب عددها اللانهائي وارتباطاتها المختلفة فيما بينها ، تؤلف عددا لا يحصى من الاشياء والعوالم

وثلاث المادة عند ارسطو هي الاصل او الجوهر الذي تتكون منه جميع الاشياء ، ولا تحوز على صفات ، بل هي امكانية تتحقق خلال اتحادها بالصورة (الشكل) ، وهي قصورية سلبية تحوز على صفاتها خلال الصورة ، وهي التي تبقى بعد تبدل الصفات

كانت المحاولة الاولى للتغلب على ثنائية

ارسطو ، المادة والصورة ، المادة والحركة لا هي التي قام بها ابيقور حيث ذهب الى ان الذرات متحركة بنفسها .

وقد اخذت الفلسفة المدرسية (السكولاستيكية) في اوربا في العصور الوسطى فكرة ارسطو عن المادة باعتبارها مجرد امكانية للوجود ، وجورتها لتلائم الاغراض الكنسية . وذهب ابن رشد الى ان الحركة كامكانية موجودة بالمادة نفسها ، وانها ازلية ابدية كالمادة لا يمكن افناؤها . اما دانس سكوت فقد ذهب ابعد من ذلك قائلا ان الاله منح المادة قابلية التفكير .

يرتبط تطور مفهوم المادة بتطور العلوم الاختصاصية ، لا سيما الطبيعية منها ، وانفصالها التدريجي عن الفلسفة . ففي بداية العصور الحديثة عارض برونو وغاليليو وغيرهما ، الفلسفة السكولاستيكية معارضة واعية ، ودافعوا عن المذهب الذي . وذهب برونو الى ان المادة هي جوهر الحقيقة ، وانه يجب التمييز بين مفهوم المادة وانواعها المحسوسة .

اما ليكون فقد عارض فكرة ارسطو في انفصال المادة عن الصورة (الشكل) ودافع عن النظرية الذرية ، وذهب الى ان المادة والصورة والحركة تؤلف وحدة واحدة ، وان الحركة اهم صفات

المادة وتحوز المادة على صفات متعددة ، كمية
ونوعية ، لا تتغير .

وقد طور ديكارت في فلسفته مبدا ثنائيا ،
حيث ذهب الى ان العالم يتألف من جوهر مادي
واخر روحي ، وان اهم ميزة للمادة هي الامتداد ،
وان المادة الممتدة تحوز على امكانية لا نهائية للانقسام .
وذهب الى ان حركة المادة هي تغيير المكان فقط ،
نتج من الفعل المتبادل (الدفع والاصطدام) بين
الاجسام

اما هوبز فقد انتقد ثنائية ديكارت وذهب
الى ان التفكير لا ينفصل عن المادة المفكرة ، وان
هناك جوهرًا ماديًا موحدًا هو مصدر أفكارنا
وتصوراتنا ، وهو مستقل عن هذه الأفكار الا ان
هوبز كان يساوي بين المادة والاجسام التي من
صفات الامتداد ، بدون الحركة .

وذهب كاسندي الى ان المادة لا تغنى ولا
تخلق ، واستنتج من هذا ان المادة لا يمكن ان تجزأ
الى ما لا نهاية ، وعاد الى الفكرة الذرية ، ودافع
عنها ورفض الفصل بين المادة والحركة ، وذهب
الى ان المادة بهيئة الذرات تتحرك بذاتها .

واما سبينوزا فكان ينطلق في تفكيره من وجود
جوهر مادي موحد ، لانهائي ، أزلي ، قائم بذاته ،

مستقل عن وهي الانسان ، وهو علة نفسه ، ولا
يفنى ولا يخلق ، اما الفكر فليس له جوهر مستقل ،
بل هو احد خواص المادة الى جانب الامتداد ، واما
الحركة فهي ليست خاصة ملازمة للمادة ، بل
تأتي من عوامل خارجية .

ازال لا يبنتر الفصل بين المادة والحركة ولكن
على اساس مثالي . وكانت المونادات عنده ذرات
روحية تتحرك بلا انقطاع ، اما المادة فكانت الجهة
الاخرى من الروح .

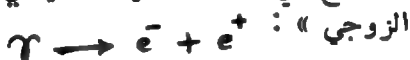
واعطى الماديون الفرنسيون في القرن الثامن
عشر (هولباخ ، هلفيتيوس) صفة حسية للمادة .
فالمادة عندهم هي كل ما يؤثر على حواسنا . ومفهوم
المادة هذا ابعد مدى من مفهوم الجوهر لدى ماديي
القرنين السادس عشر والسابع عشر . الا ان مفهوم
المادة بقي متأثرا بالميكانيك . وتبعاً لمستوى العلم في
ذلك العصر كان الماديون الفرنسيون يساؤون بين
المادة والصفة الذي كانوا يعتبرونه ذرياً في تركيبه .

والصفة substance, Stoff هو المادة
التشاقلية التي نصفها اليوم بأن لها كتلة سكونية
rest mass ونحن نعرف الان ان الصفة
ليس الشكل الوحيد لظهور المادة ، وان الدقائق
الصفية المتضادة (الالكترونات والبوزترونات مثلاً)

تتحول باتحادها مع بعضها في عملية «الافناء الزوجي» الى اشعاع ليس له كتلة سكونية :



كما انها يمكن ان تتولد في ظروف معينة من الاشعاع ذي الطاقة العالية الكافية في عملية « التولد



ونعرف الان ايضا ان هذه الدقائق تتمتع بخواص موجية اضافة الى خواصها الدقائقية الصفتية .

كان فويرباخ ايضا يفهم من المادة نوعها الصفتي ولم يتمكن من تقديم تعريف شامل لهذا المفهوم . غير انه دافع عن وجود الطبيعة وجودا موضوعيا مستقلا عن الانسان ، وعن اولوية المادة بالنسبة للوعي .

اما المادية الجدلية فتذهب الى ان الصفة العامة التي تحوزها جميع الاشياء والظواهر المادية هي كونها واقعا موضوعيا يوجد خارج وعينا فالمادة هي الواقع الموضوعي الذي يوجد خارج وعي الانسان ومستقلا عنه . وينتج من هذا ان مفهوم المادة الفلسفي لا يرتبط بشكل معين من اشكال وجودها المحسوسة ، وان المادة تؤلف الواقع

الموضوعي الوحيد، وانه لا يوجد خارج وعينا الاشياء وظواهر ذات طبيعة مادية . والمادة هنا لا توجد كـ « جوهر » مستقل ، جامد ميتافيزيقي ، بل توجد باشكال متعددة تختلف عن بعضها نوعيا في درجة تطورها . ولذلك لا توجد مادة لذاتها مستقلة عن الاشياء والظواهر المادية .

ترتبط بمفهوم المادة الفلسفي هذا مسألتان : الاولى عن اصل معرفتنا ، وتجب عليها المادية الجدلية ، بأن مصدر معرفتنا هو الواقع الموضوعي الذي يوجد خارج وعينا ومستقلا عنه ، ويمكننا معرفته . غير ان هذا القول لا يجيب على سؤال كيف تجرى المعرفة ؟ فهذه مهمة معقدة تنتظر الحل . اما المسألة الثانية فهي عن بنية المادة وخواصها ، وتجب عليها العلوم الاختصاصية كالفيزياء والكيمياء وغيرهما .

ترتبط جميع الاشياء والظواهر في الطبيعة ببعضها خلال ماديتها . هذه الرابطة المادية الموحدة للعالم ، وحدة العالم المادية ، هي رابطة موضوعية عالمية تمتد ، حسب مستوى العلم الراهن ، من الدقائق الاولى عبر الذرات والجزيئات الى الخلايا الحية والكائنات الحية الراقية والانسان والمجتمع . ان الارتباط المادي العالمي الموحد لكل الاشياء

والظواهر في الطبيعة لا يوجد الا كارتباط تفاعلي وتطوري عام غير محدود زمانيا او مكانيا . والمادة الموحدة لا توجد الا في التعدد اللانهائي ، الذي لا يستنفد ، للاشكال المتحركة المتغيرة ، المتطورة ، المتداخلة ، التي تظهر بها . والمادة لا تفنى ولا تستحدث . وان الصفت والاشعاع ، الصفت والمجال تحول الى بعضها . وحسب قانون الحفظ لا تحول اية دقيقة من الدقائق الى « لا شيء » في اية عملية فيزيائية او كيميائية ، كما انه لا يمكن خلق اية دقيقة من « لا شيء » او من « خارج الطبيعة » .

ان الارتباط المادي لكل ظواهر الواقع الموضوعي ، من الدقائق الاولى الى الاجرام السماوية ، ومن الخلايا المفردة الى المجتمع والوعي الانساني ، يتضح كنتيجة لحركة المادة وتطورها بلا انقطاع ، كعملية انتقال من حالة نوعية الى اخرى اعلى منها ذات صفات وخواص جديدة . ولا يمكن فصل الحركة عن المادة ، فالحركة هي شكل وجود المادة ، خاصيتها الملزمة لها .

برزت الاهمية النهجية لمفهوم المادة الفلسفي واضحة في تطور الفيزياء في نهاية القرن التاسع عشر واولئل القرن العشرين . فحيث كانت القاعدة الفلسفية التي تقوم عليها الفيزياء حتى ذلك الوقت هي المادية الميكانيكية في الغالب ، طرحت الاكتشافات

الفيزيائية الجديدة (الفناء الزوجي للالكترين والبوزترون ، « نقص الكتلة » في التفاعلات النووية ، ...) مسألة اختفاء المادة او فنائها على بساط البحث . ان الجذر المعرفي لهذه المسألة هو تصور المادة وكأنها مرتبطة بالخواص الصفية : عدم تجزئة الذرات ، عدم اختراقها ، ثبات الكتلة . الا ان اختفاء المادة هنا لا يعني سوى اختفاء حدود معرفتنا السابقة عن المادة ، اختفاء تلك الصفات من المادة التي اعتبرت مطلقة وغير قابلة للتغير ، والتي ظهر اخيراً انها نسبية ، حالات خاصة للمادة .

المجال

هو حالة الفضاء الفيزيائية التي تنشأ عن وجود الكتل والاقطاب المغناطيسية والشحن والتيارات الكهربائية ، ويعرف بتأثيراته . والمجال كالصفت ، شكل من اشكال ظهور المادة .

الانواع المعروفة الان من المجالات هي : المجال الجاذبي والكهربائي والمغناطيسي . وقد اتى بالمجال الميزوني لتفسير القوى النووية .

تطلق نظرية ماكسويل من ان القوى الكهرومغناطيسية لا تستند في عملها على « الفعل عن بعد » ، بل على « الفعل عن قرب » نتيجة لنشوء

مجالات كهرمغناطيسية . وكانت تلك خطوة جبارة
في تقدم الفيزياء .

كانت فكرة المجال حتى مطلع القرن العشرين
مثقلة بفكرة « حامل المجال » . وبما لتصورات
القرن التاسع عشر الميكانيكية كان هذا الحامل
وسطا ماديا ، اسندت اليه خواص متناقضة لتفسير
العديد من ظواهر الطبيعة ، كالقوى والامواج
الكهرومغناطيسية ، وعدم عرقلة الاجرام السماوية في
حركتها ، اضافة الى سكونه المطلق - وكان هذا
هو الاثر . غير ان نظرية النسبية طرحت هذا الاثر
- الحامل المادي للمجال - جانبا بنفيها وجود مرجع
ساكن سكونا مطلقا في الكون .

حاول بعض الفيزيائيين جعل المجال شكلا
وحيدا لوجود المادة ، والنظر الى الدقائق والاجسام ،
الصفات ، كنقاط عقدية للمجال ، حيث تكون فيها
كثافة المجال عالية جدا . وقد كان اينشتاين حتى
اواخر ايامه يسمي الى وضع نظرية عامة عن المجالات
ترمي الى الربط بين جميع انواعها ، ويكون المجال
فيها اوليا مقابل الدقائق ، بحيث تشتق هذه منه ،
محاولا التغلب على ثنائية الدقيقة - المجال . غير انه
لم ينجح في مسعاه . ومن الناحية الفلسفية تشبه
هذه الفكرة فكرة ارجاع جميع انواع المادة والاجسام

في الطبيعة الى مادة اولية واحدة . وبنفس الاتجاه كانت محاولات هايزنبرك ، ولم ينجح ايضا . وقد يكون من المفيد هنا ان نقرأ رأي هايزنبرك بهذا الخصوص ، اذ قال في محاضرة له عام ١٩٤٨ : « من المعقول جدا ان نتمكن في المستقبل القريب من كتابة معادلة واحدة نستنبط منها خصائص المادة عموما . فاذا نجحنا في ذلك حقا ... فسنفهم اولا وحدة المادة كلها بنفس المعنى الذي استعمله الاغريق . فالمادة كلها تتركب من نفس الجوهر ، من الطاقة التي تعبر عن نفسها باشكال مختلفة » (٢) . بهذه الكلمات يعبر هايزنبرك عن تفاؤله العظيم في امكان كشف العالم وايمانه العميق بمقدرة العقل الانساني على ذلك ، كما يعبر عن ايمانه بوحدة العالم المادية ولو بشكلها اليوناني القديم ، وهو يستخدم تعبير « الطاقة » بمعنى المجالات التي تحمل الطاقة ، وهو استخدام شائع عند الفيزيائيين .

في مسألة العلاقة بين مفهوم المجال ومفهوم المادة يقع بعض الفيزيائيين والفلاسفة في خطأ جراء تضيقهم مفهوم المادة ، واختزالهم لها بحيث تعني المادة المتشاقلة ، الصفت ، فقط .

ان المجال ليس بالكيان الخاص القائم بجانب المادة ، وليس هو باصل المادة ، بل هو شكل لظهور المادة ، لانه يوجد خارج الوعي ومستقلا عنه .

الكتلة

الكتلة خاصية عامة للمادة ، تظهر بشكلين مختلفين

١ - كتلة قصورية inertial (كل جسم يقاوم تغيير حركته) .

ب - كتلة ثقالية gravitational (كل جسم يحوز على خاصية التجاذب مع الاجسام الاخرى)

ان تكافؤ او تساوي الكتلة القصورية مع الكتلة الثقالية ، كما تثبت التجارب ، لم يجد له تبريرا الا في نظرية النسبية العامة .

يؤدي الخلط بين مفاهيم الكتلة والصفات والمادة الى اخطاء معرفية كبيرة . فالكتلة ليست مقدار الصفات ، ولا عدد الجزيئات المحتواة في الجسم ، بل تعني ما ذكرناه من خاصية المادة .

من التعابير الخاطئة الشائعة التعبير القائل ان « الكتلة تتحول الى طاقة » . ومنشأ هذا الخطأ تفسير خاطيء لمعادلة اينشتاين $E = mc^2$ يعتمد على مساواة مفهومى « الكتلة » و « الطاقة » .

فهذه المعادلة التي اشتقت نظريا وثبتت تجريبيا تنص على ان كمية من الصفت تكافئ كمية من الطاقة وبين كتلة الصفت والطاقة علاقة كمية ثابتة . فان تحول الصفت الى اشعاع مثلا (كما في « الفناء الزوجي ») فالكتلة تبقى ثابتة محافظا عليها ، لان

$$m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2} \quad \text{لكل اشعاع كتلة}$$

ويجب ان ننوه هنا الى ان الكتلة لا يشترط بها ان تكون سكونية بالضرورة ، ككتلة الجسم الساكن على المنضدة مثلا ، بل هناك كتلة مصاحبة لكل حركة ، تتبين من معادلة اينشتاين المذكورة انفا ، حتى للدقائق التي ليس لها كتلة سكونية ، كالفوتون والنيوترينو

وحتى في ما يسمى بـ « نقص الكتلة » mass defect ، اي في حقيقة ان الكتلة السكونية لنواة الدرة (مثلا نواة الهيليوم) اصغر من مجموع الكتل السكونية لمكوناتها (البروتونات والنيوترونات) ، لا تختفي الكتلة نهائيا . فالفرق المذكور في الكتلة يرتبط بطاقة الاشعاع الذي يطلق عند بناء النواة من احجارها الاساسية تلك . والطاقة المشعة في هذه الحالة تساوي ما يسمى بـ « طاقة الربط » binding energy . وتبعاً لمعادلة

اينشتاين يمثل اشعاع الطاقة نقصانا في كتلة الجسم المشع

لهذا فمن الخطأ تفسير معادلة اينشتاين كما لو كانت الكتلة شكلا للطاقة. فالكتلة والطاقة صفتان فيزيائيتان لكل اشكال المادة ، تختلفان عن بعضهما ولكنهما ترتبطان ببعضهما بالعلاقة الكمية التي تبينها معادلة اينشتاين . ولهذا فلا المادة ، ولا الكتلة ، تتحول الى طاقة ، بل ان شكلا فيزيائيا لظهور المادة ، اي الصفت ، يتحول الى شكل اخر (اشعاع ، مجال) ، اي ان المادة تتحول من حالة نوعية الى اخرى مع حفظ خاصيتها الفيزيائيتين الاساسيتين : الكتلة والطاقة . واذا نحن نظرنا الى الابعاد الفيزيائية (وحدات الكميات الفيزيائية) يتضح لدينا ان ليس من الممكن تحول الكتلة الى طاقة ، او بالعكس . وفي جميع عمليات التحول يبقى البعد الفيزيائي لاي من هذه الكميات هو هو .

وقد تبين من نظرية النسبية الخاصة ان كتلة الجسم ليست كمية ثابتة مطلقة ، بل تتغير بتغير سرعته حسب المعادلة التالية :

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

حيث تعني m كتلة الجسم في أية سرعة v و m_0 كتلته السكونية و c سرعة الضوء ،

اي ان الكتلة تزداد بزيادة السرعة . وقد ثبتت صحة هذه العلاقة تجريبيا في جميع المجالات .

البقائق الاولية : elementary particles

هي اصغر عناصر بنية المادة ، حسب مستوى العلم الراهن .

كانت الفلسفة والعلوم الاختصاصية منذ اقدم العصور تسمى لاكتشاف « الاحجار » الاخيرة الصغرى الداخلة في بناء المادة ، وقد وجد هذا الاتجاه له تعبيرا في تاريخ العلم في المذهب الذري الذي اقامه الفلاسفة الماديون اليونانيون ، وبعث من جديد في بداية العصر الحديث على يد كاسندي . وكانت الخواص التي اعطاها الذريون للدقائق المادية الصغرى هي الصلابة والثبات وعدم قابلية التجزئة . وكان التطور اللاحق في علوم الطبيعة ، خاصة الكيمياء ، حتى نهاية القرن التاسع عشر يؤيد هذه النظرة غير ان الاكتشافات التي حققتها علوم الطبيعة ، ولاسيما الفيزياء منذ ذلك الوقت حتى الان (النشاط الاشعاعي ، الالكترونات ، نواة الذرة ، البروتون ، النيوترون ، البوزترون والدقائق المضادة الاخرى) ابانت ان الذرات الكيميائية التي نعرفها الان لم تكن بالذرات التي عناها الذريون

القدماء ، بل هي بنى معقدة تظهر بها المادة .
واصبحت الدقائق المكتشفة تسمى (دقائق اولية)
لتمييزها عن الذرات . لهذا فمفهوم « الدقائق
الاولية » ليس بالمفهوم الفلسفي الذي عناه الدريون
القدماء انما هو تعبير علمي اختصاصي فيزيائي .

بدا اكتشاف « الدقائق المضادة » بالبوزترون
الذي تنبأ بوجوده نظريا ديراك Dirac
(١٩٢٨) واكتشفه اندرسون Anderson
عمليا في المختبر (١٩٣٢) بين مكونات الاشعة
الكونية وتوالت بعد ذلك اكتشافات الدقائق
المضادة وتشابه الدقائق المضادة مع الدقائق
« الاعتيادية » في كل شيء (الكتلة ، مقدار الشحنة ،
مقدار العزم المغناطيسي ،) عدا نوع الشحنة
واتجاه « السبين » Spin . وقد تبين انه توجد
لاغلبية الدقائق الاولية دقائق مضادة . ومن
الحقائق الفيزيائية المعروفة ، انه اذا التقت الدقائق
وضديداها فانهما يتحولان الى دقائق اخرى او
اشعاع .

« الدقائق المضادة » و « المادة المضادة » هي
بالمعنى الفلسفي مادة ايضا ، لانها تمثل واقعا
موضوعيا يوجد خارج الوعي ومستقلا عنه ،
كالدقائق الاعتيادية تماما . ويصح نفس الحكم على
تعبير « العالم المضاد » . فانطلاقا من وجود الدقائق

المضادة بخواصها المعروفة نشأ اعتقاد لدى البعض ان من المحتمل ان تكون هذه احجارا لانظمة كونية اخرى ، بنفس المعنى الذي تكون به الدقائق -الاعتيادية احجارا لنظامنا الشمسي مثلا . ان كلمة « مضاد » هنا لا تعني سوى الخواص الفيزيائية المنوّه عنها انفا مع نتائجها البنيوية التناظرية .

تختلف الدقائق الاولى فيما بينها في الكتلة السكونية والشحنة والسبين والعمر النصفى وخواص كوانتية اخرى ، وتصنف الى لبونات وميزونات وباريونات

ان مسألة ما اذا كانت الدقائق الميكروسكوبية الصغرى المذكورة هي الدقائق الاولى « الحقيقية » قد ازدادت تعقيدا باكتشاف الريزونانسات resonances وقد اكتشف عدد كبير من الدقائق الاولى يزيد على عدد العناصر الكيميائية . ومن دراسة هذه الدقائق وتفاعلاتها وتصنيفها يتضح ان « اولية » هذه الدقائق نسبية ، اي ان الدقائق بسلك سلوكا متباينا اعتمادا على طاقتها وبما لهايزنبرك لا يوجد اي معيار يمكن الاستمانة به للتمييز بين الدقائق الاولى والدقائق المركبة . ومن الفرضيات التي اتخذها في محاولته بناء نظرية المجال الموحد هي ان جميع الدقائق الاولى بنى مركبة .

وبناء على ذلك لا يمكن الاجابة جوابا حاسما في اطار المعلومات التجريبية والنظرية الراهنة على سؤال : ماذا تعني « الاولية » الحقيقية ؟ . وان ذلك يستلزم المزيد من البحث في فيزياء الدقائق الاولية . وليس من المستبعد ان لا توجد « اولية » مطلقة .

من الخصائص المميزة للدقائق الاولية قابليتها على التحول . فدقائق نوع واحد يمكنها ان تتحول الى دقائق من نوع اخر في « العمليات الاولية » وتخضع هذه العمليات الاولية لقوانين حفظ معينة ، اضافة لقوانين الحفظ المعروفة في الفيزياء الكلاسيكية (حفظ الطاقة ، حفظ الزخم) . وهذه القوانين تسمح ببعض الانواع من التحولات ، وتمنع اخرى . وفي قابلية تحول الدقائق الاولية هذه تبرز احدى الصفات الاساسية للمادة المتحركة ، وهي امكان تحول شكل معين للمادة الى شكل اخر يختلف عنه نوعيا

كان اكتشاف الدقائق الاولية خطوة مهمة في طريق المعرفة المتعمقة ابدا ، والبحث الذي يستهدف الكشف عن بنية المادة . وهو في نفس الوقت تأكيد لمقولة ان المادة لا تستنفد دراستها ولا تنتهي عملية معرفتها .

الفصل الثالث

بعض الروابط الموضوعية المتعلقة بالفيزياء القانون

القانون رابطة موضوعية، ضرورية، جوهرية، عامة ، بين الاشياء والعمليات والاحداث في الطبيعة والمجتمع والفكر ، تعاد تحت نفس الظروف . والقوانين العلمية هي انعكاسات فكرية للقوانين الموضوعية في وعي الناس .

يجب التفريق بين القانون بمعناه الفلسفي الذي نبخته هنا ، والقانون « الحقوقي » الذي يمثل تشريعات تصدرها احدى السلطات وتشتمل على حقوق وواجبات ، وتحريم وتحليل ... ، وتضمن فعله ومراقبة تنفيذه اجهزة معينة . كذلك لا يدخل في هذا التعريف القانون « الرياضي » الذي يبرهن عليه انطلاقا من بعض المسلمات . ولا القوانين (القواعد) « الاخلاقية » وامثالها .

تنكر المثالية الذاتية الوجود الموضوعي للروابط الضرورية القانونية في الطبيعة والمجتمع وتستخلص فكرة القانون على اساس ذاتي . فتبعاً لهيوم ينشأ تصور القانون من عادة الناس في ان ينظروا للظواهر التي تتبع الواحدة الاخرى تكرارا باعتبارها مرتبطة

بعضها ارتباطا ضروريا . وتبعا لكانت لا توجد القوانين وجودا موضوعيا في الاشياء ذاتها ، بل في علاقتها بالذات المدركة ، اما مصدر قوانين الطبيعة فهو عقل الانسان الذي يرتب الظواهر المتعددة بالاستعانة بمقولات قبلية مستقلة عن اية خبرة عملية . فالعقل يخلق قوانينه لا بالاعتماد على الطبيعة ، بل هو يملئها عليها .

اما المثالية الموضوعية فلا تنكر الوجود الموضوعي للقوانين ، الا انها تستخلصها من مبدأ فكري ، روحي ، خارج عن العالم . ويبرز ذلك في افكار هيغل . فالطبيعة والمجتمع عنده مراحل تطور « الفكرة المطلقة » ، اما القوانين فهي قوانين تطور الفكرة المطلقة

واما المادية فتنتظر الى القوانين كروابط موضوعية بين الاشياء والعمليات في العالم . فالماديون الفرنسيون في القرن الثامن عشر كانوا يؤكدون على ان قوانين الطبيعة تظهر في العلاقات المتبادلة بين الاشياء والاحداث ، وهي تمثل علاقات ضرورية وجوهرية بينها . وتبعا لهولباخ تتحرك الذرات حسب قوانين داخلية ، وخواصها الفيزيائية هي القصور الذاتي والتجاذب والتنافر . غير ان المادية الميكانيكية جمعت قوانين الميكانيك مطلقة ، تختزل اليها جميع قوانين الطبيعة اما فويرباخ فلم

يستطيع التغلب على هذه النظرة الضيقة للقوانين؛
غير أنه ذهب الى انها روابط موضوعية وضرورية
وعامة وقابلة للكشف والتعرف عليها

وفي علم الاجتماع البرجوازي يقتصر مفهوم
« القانون » عادة على الطبيعة فقط وينفي وجود
« القانون الاجتماعي » او يعتبر مرحلة سابقة للعلم .

الصفة الموضوعية للقانون تعني ان القانون
يعمل مستقلا عن وعي الناس ورغباتهم واهدافهم
وان الرابطة القانونية لا يمكن ان يخلقها الانسان او
يلفيها اعتباريا

ان كشف القوانين العلمية هو من اهم اهداف
البحث العلمي ، ومعرفة هذه القوانين شرط لتفسير
الظواهر المعروفة ، والتنبؤ عن الاحداث المقبلة . ولا
يصبح النشاط الانساني الهادف ممكنا الا اذا
استطعنا التنبؤ بنتائج هذا النشاط ، ولو بصورة
تقريبية احيانا ، بمعونة القوانين العلمية ، او - في
حالة عدم معرفة تلك القوانين - باستنادنا الى خبرة
عملية كافية .

تمثل القوانين الفيزيائية صورة للقوانين
الموضوعية للطبيعة ، يعبر عنها رياضيا بواسطة
متغيرات وثوابت ، وتقع في اطار نظري معين . وكل
قانون يؤلف جزءا من نظرية فيزيائية . ولكل نظرية

منطلقات فلسفية تكون خافية في تضاعيفها ، اذ لا يشار اليها عادة عند بناء النظرية .

في جميع القوانين الفيزيائية ، والعلمية عموما، يجري «تصوير» علاقات الاشياء والعمليات المادية ، أي العلاقات التي توجد خارج وعي الانسان ومستقلة عنه . وبما ان المادية الفلسفية تتضمن الاعتراف بالاشياء والعمليات المادية وعلاقاتها وامكان « تصويرها » في وعي الانسان ، تصبح المادية الفلسفية المنطلق الفلسفي لجميع النظريات الفيزيائية .

القوانين الديناميكية والاحصائية

تنقسم القوانين ، تبعا لما اذا كانت الرابطة قائمة بين اشياء وظواهر مفردة او متعددة الى نوعين: الديناميكية والاحصائية .

يفهم من القانون الديناميكي ذلك القانون الذي يحكم حركة اجسام او مجالات مفردة ، دون اعتبار لبنيتها او تفاعلاتها الداخلية . مثال ذلك قانون سقوط الاجسام في الفراغ . ومن اهم معالم القانون الديناميكي هو ان حالة الجسم النهائية يمكن ان تحدد بمعرفة حالته الاولى والظروف الخارجية المحيطة به . فاذا عرف موضع جسم من الاجسام

وزخمه والقوى المؤثرة عليه في البداية ، امكن
حساب موضع الجسم بعد اي زمن حسب قوانين
الميكانيك الكلاسيكي . ان هذا يفترض طبعا ان
اسباب الانحراف البسيط عن الموضع المحسوب ،
مثلا الاحتكاك ومقاومة الهواء وغيرها ، يمكن
اهمالها ، وتعتبر هذه الانحرافات صدفية واسبابها
غير جوهرية بالمقارنة مع الرابطة الجوهرية التي
يجسدها القانون . والحقول التي تعمل فيها القوانين
الديناميكية هي : الميكانيك الكلاسيكي غير النسبي
والميكانيك النسبي والحرارة (الظواهرية)
والاكتروديناميك (قوانين ماكسويل) .

ويفهم من القوانين الاحصائية تلك القوانين التي
تحكم حركات وظواهر مجموعة كبيرة من الدقائق
والاجسام ويفترض هنا : (١) عدد كبير من
الاجسام في المنظومة تحت الدراسة (٢) وجود
توزيع (احصاء) معين لاجسام المجموعة (مثلا
حسب سرعتها وطاقاتها في الفيزياء) مثال ذلك
قوانين الغازات (بولتزمان) وقوانين تفسخ العناصر
المشعة في الفيزياء وقوانين مندل في الوراثة . اما
الحقول التي تعمل فيها القوانين الاحصائية في
الفيزياء فهي الترموديناميك الاحصائي (الاحصاء
الكلاسيكي) والميكانيك الكوانتي ، والاحصاء الكوانتي
والاكتروديناميك الكوانتي ونظرية المجال الكوانتية .

يمكن تقسيم القوانين الاحصائية الى نوعين :

(١) النوع الاول يتعلق بصفات تنسب لمجموعة من الاجسام (السستم) ولا يمكن ان يتصف بها الجسم المفرد ، وليس هناك معنى من نسبة تلك الصفات اليه . مثال ذلك درجة الحرارة . فالجزيء الواحد ليس له درجة حرارة ، ولا يمكن الكلام عن درجة الحرارة الا لمجموعة كبيرة من الجزيئات كما في الغاز مثلا . فدرجة الحرارة هنا مقياس لما يحتويه الغاز من طاقة . ويصح نفس الشيء على ضغط الغاز . والنظرية الاحصائية للحرارة تتعامل مع هذا النوع من القوانين .

(٢) النوع الثاني يتعلق بصفات يمكن ان تحوزها الاجسام المفردة باحتمالات مختلفة ، وتأخذ بالنسبة للمجموع شكل معدل ، مثلا معدل طاقة جزيئات الغاز ، معدل المسافة الحرة للجزيء ، معدل بعد الالكترون عن النواة ، معدل عمر الانسان في ظروف اجتماعية وطبيعية معينة ، قوانين مندل في توزيع الصفات الوراثية .

الميكانيك الكوانتي والتفسير الاحصائي

للدالة الموجية ٢

الميكانيك الكوانتي نظرية احصائية لتفسير الاحداث في العالم الصغير .

جميع الجهود التي بذلت من اجل اعطاء معنى
 فيزيائوي مباشر للدالة Ψ ذهب سدى . فالدالة
 Ψ ليست مقدارا فيزيائويا يقاس ، وهي على
 العموم ليست دالة في فضاء ثلاثي الابعاد ، بل
 في فضاء تركيبى كثير الابعاد . ان التفسير الوحيد
 للدالة Ψ والذي حاز على قبول الفيزيائيين
 هو التفسير الاحصائي الذي قدمه ماكس بورن عام
 ١٩٢٧ حيث تكون $|\Psi|^2$ مقياسا لاحتمال وجود

دقيقة مكرسكوبية في موضع معين ، او اكتسابها
 صفة معينة او حدوث تفاعل دقائقى معين

ينشأ هنا السؤال التالي هل يمكن لخركة
 الدقيقة المفردة ان تضبط بقانون ؟ لا يمكن ذلك في
 اطار الميكانيك الكوانتى الحالى ، وذلك ناشئ من
 طبيعة هذه النظرية . فالميكانيك الكوانتى لا يقدم
 عن الاجسام المكرسكوبية الا الاحتمالات

من المفيد ان نورد هنا اراء بعض العلماء عن

الدالة الموجية Ψ

يذهب هايزنبرك الى ان الدالة Ψ لا تتضمن
 شيئا عن جريان الاحداث المكرسكوبية الحاصلة بين
 قياسين .

ويذهب ترلتسكي الى ان الدالة Ψ لا تصف حركة جسم مكرسكوبي واحد مفرد ، بل مجموعة من الاجسام المكرسكوبية .

ويرى بلوختسيف ان علاقة اللادقة Δ كما يتضح من اشتقاقها ، تخص مجموعة من الدقائق لا دقيقة مفردة .

ويرى اينشتاين ان الدالة Ψ لا تقدم وصفا كاملا لدقيقة مفردة ، وانما لمجموعة من الدقائق بطريقة احصائية ، وان الاختصاص لا يمكن ان يعتبر حلا نهائيا لحركة الدقيقة .

علاقة القوانين الديناميكية بالقوانين

الاحصائية

يكون الجسم في القانون الديناميكي بصورة عامة اوليا عديم البنية ، بينما هو في القانون الاحصائي ستم تقوم بين مكوناته علاقات معقدة .

وهنا يجب التمييز بين الحقول التي يعمل فيها كل نوع من القوانين . فالقوانين الديناميكية والقوانين الاحصائية تختلف عن بعضها حينما تعبر عن اشكال مختلفة من حركة المادة ، الا انه من الممكن اقامة علاقة بين النوعين .

فالهواء مثلاً يخضع لقانون الغاز إذا اردنا
التحدث عن حالته (الضغط والحجم ودرجة
الحرارة) . هذا القانون عند تطبيقه على كل الهواء
في الوعاء الذي يحتويه هو من النوع الديناميكي .
فعند معرفة الحالة الأولية للهواء والظروف الخارجية
التي تؤثر فيه ، يمكن معرفة حالته النهائية . ان
قانون الغاز هذا الذي ابدته التجارب تماماً يمكن
اشتقاقه نظرياً بوسائل الترموديناميك الاحصائي .
غير ان هذا القانون لا يقول شيئاً محدداً عن سلوك
جزء واحد معين ابداً ، انما يربط سلوك هذا
الجزء بالقانون العام للغاز بعلاقة الاحتمال ، رغم
ان كل جزء من جزيئات الغاز يخضع في مساره
واستخداماته لقوانين ديناميكية ينتج من هذا ان
قانون الغاز قانون ديناميكي بالنسبة لكتلة الغاز ،
وقانون احصائي بالنسبة للجزء الواحد منه .

والميكانيك الكوانتي يقدم للمجموعة الكبيرة من
الدقائق قوانين ديناميكية (خطوط طيفية ، اواصر
كيميائية ، مقطع تفاعلي لتجارب الاصطدام
والنشتت ، الخ) يمكن التحقق منها بالمختبر . غير
ان قوانين الميكانيك الكوانتي لا تنطوي الا على
معلومات احتمالية عن حركة الدقائق المفردة . لهذا
فهي ذات صفة ديناميكية بالنسبة للمجموعة ،
واحصائية بالنسبة للدقيقة المفردة .

وبصورة عامة يكون قانون السستم ديناميكية
بالنسبة للسستم كله ، واحصائيا بالنسبة للعنصر
المفرد من العناصر التي يتكون منها

هناك فرق جوهري بين قوانين الميكانيك
الاحصائي الكلاسيكي وقوانين الميكانيك الكوانتي
فاذا كان يفترض مبدئيا عند اشتقاق القوانين
الاحصائية للميكانيك الكلاسيكي ان كل دقيقة من
الدقائق تخضع لقانون ديناميكي ، ينتفي هذا
الافتراض في الميكانيك الكوانتي ففي بناء الميكانيك
الكوانتي يسلم المرء مقدما بانه لا يوجد ضمن هذا
الميكانيك قانون ديناميكي يحكم حركة الدقيقة
المفردة ، بل توجد احتمالات فقط عن حركة هذه
الدقيقة

ويجب ان يؤكد ان اشتقاق القوانين الاحصائية
في الميكانيك الاحصائي الكلاسيكي لا يمكن ان يتم
او بالاعتماد على نظرية الاحتمال وهذا يعني ان
الصدفة تلعب هنا دورا اساسيا وفي الميكانيك
الكوانتي ايضا وبسبب صفته الاحصائية ، تلعب
الصدفة منذ البداية دورا اساسيا. والاحتمال الذي
ينطوي عليه القانون الاحصائي يعني بالنسبة للدقيقة
المفردة ان امكانية واحدة من عدة امكانيات تتحقق
بالصدفة ، وهذه الامكانية المتحققة بالصدفة تؤلف
جزءا من حالة المجموعة النهائية التي يحددها هذا

القانون ولكن اية واحدة من الامكانيات المعقدة هي التي ستتحقق ؟ ذلك يعتمد على الظروف المعقدة التي تتحرك فيها الدقيقة . ان الانتقال من الامكانية الى الواقع (او من القوة الى الفعل - كما يقول التعبير الفلسفي العربي القديم) لا يحدث بدون سبب كما يدعي البعض ، بل يجري حسب مبدأ السببية ، وان سبب الانتقال يقع ضمن الظروف المعقدة التي تكتنف حركة الدقيقة . ومن الجهة الاخرى يقدم القانون الديناميكي للدقيقة امكانية واحدة فقط هي التي تتحقق . هنا تتطابق الامكانية مع الواقع

يذهب بعض الفيزيائيين الى ان جميع قوانين الطبيعة هي قوانين احتمالية احصائية ، وان القوانين الاحصائية تمثل النموذج الاساسي الاعم للقوانين . وبهذا يكون القانون الديناميكي حالة خاصة حدية لا يصلح الا للعمليات في العالم الكبير فالفيزيائي النمساوي اكسner F. Exner يرى ان « ليس هناك ما يمنعنا من النظر الى ما يسمى بالقوانين الديناميكية كحالات حدية مثلى تسير نحوها القوانين الاحصائية الحقيقية بأعلى درجات الاحتمال » (١) . وذهب ماكس بورن الى نفس الراي اذ قال : «تطور الفيزياء الان باتجاه ان تصبح في الجوهر علما احصائيا» (٢) . وعلى النقيض من هذا يعتقد بعض

آخر ان القوانين الاحصائية لا تعدو عن كونها تعبيراً عن جهلنا ويجب ان ترجع الى قوانين ديناميكية او تشتق منها . فبلانك مثلاً يقول : « بينما يوفي القانون الديناميكي بمطلب السببية ، ويكتسب بهذا صفة البساطة ، يمثل كل قانون احصائي مركباً لا يستطيع المرء الوقوف عنده والاكتفاء به ، لانه يحمل في ثناياه مشكلة ارجاعه الى عناصره الديناميكية البسيطة » (٣)

يحاول البعض الاخر البحث عن «عوامل خافية» في الظواهر الاحصائية يمكن بواسطتها ابدال القوانين الاحصائية بأخرى ديناميكية ، وجعل التنبؤ حول حركة الدقيقة المفردة ممكناً وقد تساءل بورن مرة فيما اذا كانت هناك عوامل لم تدخل في النظرية الكوانتية ، والتي تحتم الاحداث المفردة ، ولم يستبعد وجود هذه العوامل اول الامر ، الا انه نفاهما اخيراً كما استبعدها بور وهايزنبرك وباولسي وفايتهسيكر لاعتمادها الكبير على فكر الميكانيك الكلاسيكي اما بلانك واينشتاين ودي بروغلي فكانوا يرون ان هذه العوامل موجودة .

الاحتمية Determinism

الاحتمية مفهوم فلسفي يعبر عن الرابطة الموضوعية والاشتراط المتبادل لكل الاشياء

والعمليات في الطبيعة والمجتمع والفكر ووجوب حصولها على اساس القوانين الموضوعية .

ان الاشياء والعمليات المادية ترتبط ببعضها بروابط لا يمكن خرقها ابدا . وبدون وجود مثل هذه الروابط لا يمكن ان يوجد قانون . وبهذا تكون الحتمية - اي الاعتراف بمشروطة وتعيين الاشياء والعمليات في ارتباطها الموضوعي بالاشياء والعمليات الاخرى - شرطا فلسفيا تعتمد عليه كل نظرية فيزيائية وحتى ماخ الفيزياوي النمساوي والفيلسوف الوضعي اعترف بضرورة الحتمية في البحث العلمي حيث قال : « خلال البحث يكون كل مفكر بالضرورة حتميا من الناحية النظرية » (٤) . وينطلق جميع علماء الطبيعة في بحثهم العلمي من موقع مادي حتمي ، حتى اولئك الذين ينفرون من المادية والحتمية ، ويقفون ضدهما في تفسيرهم للنظريات العلمية ونتائج البحث العلمي .

الحتمية الميكانيكية

تكمن الاهمية الفلسفية للميكانيك الكلاسيكي في اعتماد الفلسفة المادية الميكانيكية عليه في تفسيرها للعالم . ويتميز بحتمية ميكانيكية وسببية خطية صارمة . ومن اهم انجازاته من الناحية الفلسفية هو انه برهن على ان انواعا من الحركة كانت

تعتبر في السابق مختلفة فيما بينها جوهريا ،
حركات الاجسام على سطح الارض وحركات
الاجرام السماوية ، تخضع لنفس القوانين
(الميكانيكية) وكان في ذلك اول تأييد علمي
اختصاصي مهم للموضوعة الفلسفية عن وحدة العالم
المادية .

ان تعميم قوانين نيوتن من قبل لاكرانج
وهاملتون ، بحيث اصبح بالامكان تطبيقها على اية
احداثيات جعل بالمستطاع وصف حركات
منظومات ميكانيكية بالغة التعقيد ، بحيث نشأ
الاعتقاد بان حل المعادلات التفاضلية للحركات
الميكانيكية يكفي لتفسير كل ما يحدث في الطبيعة ،
وحتى في المجتمع ايضا .

ويتجسد هذا الاعتقاد في مقولة شهيرة للابلاس
تعبّر في نفس الوقت عن اهم افكار الحتمية
الميكانيكية كما تعبّر عن التفاؤل الكبير في مقدرة
الانسان على معرفة العالم يقول لابلاس : « يجب
ان ننظر للحالة الحاضرة للكون كنتيجة لحالته الماضية
وسبب لحالته المقبلة . ولو وجد عقل يعرف في لحظة
من اللحظات جميع القوى العاملة في الطبيعة ، كما
يعرف مواضع جميع العناصر التي تؤلفها ، عقل
كبير بحيث يتمكن ان يحل هذه المقادير ، لاستطاع
بمعادلة واحدة ان يضبط حركات اكبر الاجسام

واصفر الدرات ، وسوف لا يغيب عن عمله شيء ،
وسيكون المستقبل والماضي واضحا امام عينيه «(٥) .

تلعب امكانية التنبؤ بالحدث في الحتمية
الميكانيكية دورا كبيرا ، وهي من معالمها الرئيسية ،
ونكون هذا النوع من الحتمية لا يعرف الا القوانين
الديناميكية لذلك لا محل للصدفة فيه .

كان لطريقة التفكير الحتمي الميكانيكي تأثير
كبير على الفكر العلمي الطبيعي والفلسفي امتد حتى
عصرنا الحاضر

فديكارت ذهب الى انه ليس الظواهر
الفيزيائية وحدها ، بل البيولوجية ايضا ، محتمة
سببيا ميكانيكيا وكانت فيزياء ديكارت حتمية
مبدئيا

اما الماديون الفرنسيون في القرن الثامن عشر
فقد قطعوا كل صلة لهم بالتصور الاحتملي ،
وحاولوا تفسير الظواهر البيولوجية والنفسية وحتى
الاجتماعية بمبادئ ميكانيكية . وقد بدا الانسان
حسب هذه النظرة وكأنه مكنة معقدة .

يكمن الدور التقدمي التاريخي للحتمية
الميكانيكية في انها كافحت الى جانب العلم ضد
تفسير ظواهر الطبيعة تفسيرا غائيا لا علميا ،

وأبرزت دور العقل الانساني والعلم المبني على التجربة ، واصبحت بذلك اساسا فكريا لانتصارات العلم اللاحقة .

القول المادية الميكانيكية والحتمية الميكانيكية

أبان تطور الفيزياء ، لاسيما الالكتروديناميك والضوء في القرن التاسع عشر ، والفيزياء الحديثة في القرن العشرين ، ان الصورة الميكانيكية عن الطبيعة محدودة وبمبسطة جدا ، وهكذا فقد مهد الطريق لهجرها .

فمعادلات ماكسويل في الالكتروديناميك ، التي تحكم تغير المجال الكهربائي - المغناطيسي في الفضاء والزمان لا يمكن ارجاعها او اختزالها الى معادلات الميكانيك الكلاسيكي النيوتنية . انها مختلفة عن هذه نوعيا ، وهي تختص بحقول اخرى من احداث الطبيعة .

وقد أبان الالكتروديناميك محدودية مفهوم « الحالة » الميكانيكي ، فاصبح مفهوم « الحالة » لجسم او سستم يعني مجموع الصفات النوعية والكمية التي يحوزها ذلك الشيء في زمن معين وبذلك تدخل الصفات الكهربائية المغناطيسية والكيميائية والبيولوجية في هذا التعريف .

هناك مشكلة أخرى جابهها التفكير الميكانيكي في الفيزياء ، وهي تحديد صفات « الاثير » الذي افترض فيه انه يملأ الكون كله ، ويحمل امواج الضوء . فلم تؤد جميع التأملات لمنحه صفات خالية من التناقض الى اية نتيجة .

لقد تم القضاء على التفكير الميكانيكي في علم الطبيعة بصورة نهائية بواسطة الاكتشافات والتطورات التي حصلت في الفيزياء الحديثة ، والتي ادت الى قيام نظريات جديدة كالنظرية الكوانتية والنظرية النسبية ونظرية المجال الكوانتية وغيرها ، مما كان له اثر بعيد ايضا في تطور الفكر الفلسفي ، وسقوط الحتمية الميكانيكية .

ان الميكانيك وحده لا يستطيع تفسير العمليات المعقدة في الطبيعة ، وهو عاجز مع العمليات النفسية والاجتماعية . فالتفكير الميكانيكي ينظر الى المنظومة الميكانيكية وسلوكها من مجموع اجزائها ومجموع حركات هذه الاجزاء فقط ، ولهذا فهو يعجز عن تفسير الصفات والمظاهر الجديدة التي تكتسبها المادة حينما تتكون بنى وتراكيب خاصة من نوعية جديدة . ان الاشكال العليا لحركة المادة تختلف عن شكل الحركة الميكانيكي ، وهي نوعيات جديدة نشأت نتيجة لتطور المادة . ولم يكن بإمكان الميكانيك

ان يفسر الظواهر البيولوجية والنفسية ، بله التطور
المعشوي والاجتماعي

لقد جعلت الحتمية الميكانيكية الضرورة مطلقة ،
وانكرت الوجود الموضوعي للصدفة ، وبهذا مالت
الى الجبرية ، حيث يخضع كل ما يجرى في الطبيعة
والمجتمع للضرورة العمياء .

وكان قصور الحتمية الميكانيكية منطلقا لهجوم
المثالية واللاحتمية . فقد اعترض كانت على الحتمية
الميكانيكية لانها لا تستطيع تفسير العمليات
البيولوجية المعقدة . واستخدم بعض الفلاسفة هذا
الاعتراض فيما بعد ، واستغلوا الثغرات التي كانت
موجودة في العلوم الاختصاصية للتكرار للحتمية
اطلاقا

الحتمية الجدلية

هي التعبير عن مشروعية الاشياء والعمليات
ووجوبها خلال جميع الروابط الموضوعية المختلفة
المتشابكة . والحتمية الجدلية تدعو الى دراسة
العلاقات بين الظواهر في الطبيعة والمجتمع في
مضاعفاتها وتعقيداتها كما هي فعلا ومن العلوم
ان هذه العلاقات تختلف في تعقيداتها تبعا لمستوى
العملية المدروسة فالعمليات الميكانيكية هي
الابسط ، والبيولوجية والاجتماعية هي الاعقد .

تتفق الحتمية الجدلية مع الحتمية الميكانيكية في ماديتها فكلاهما ينطلق من فكرة ان حتمية العالم موجودة موضوعيا ومشروطة بقوانين موضوعية واسباب مادية ، وان هذه الروابط الحتمية الموضوعية يمكن معرفتها مبدئيا . الا ان الحتمية الجدلية تختلف عن الميكانيكية في عدة نقاط جوهرية .

فالحتمية الميكانيكية تفهم الحركة كحركة ميكانيكية فقط ، بينما الحتمية الجدلية تعنى في الحركة كل تغير ، وفي اشكال الحركة العليا للمادة يكون هذا التغير نوعيا ، تطوريا

والحتمية الميكانيكية تحاول ان تفسر جميع الاحداث على اسس ميكانيكية ، بينما تؤكد الحتمية الجدلية على ان هناك قوانين خاصة تعمل في كل شكل من اشكال حركة المادة ، وهذه القوانين لا يمكن اختزالها الى قوانين الميكانيك .

والحتمية الميكانيكية تجعل الضرورة مطلقة وتنكر الوجود الموضوعي للصدفة ، حيث تعزيبها الى نقص في المعرفة ، بينما تعترف الحتمية الجدلية بالوجود الموضوعي للصدفة ، وبالرابطة الجدلية بين الضرورة والصدفة ، والضرورة والحرية ، وبهذا تتخلص من جميع النتائج الجبرية .

والحتمية الميكانيكية تعرف طرازا واحدا من

الانظمة (السستمات) هو سستم النقاط الكتلية الذي يعين سلوكه تعيينا قاطعا بواسطة حالته الابتدائية وقوانين الميكانيك الكلاسيكي اما الحتمية الجدلية فتنتطوي على سستمات ، هي بسبب بنيتها المعقدة في وضع يسمح لها ان تتعامل مع الاضطرابات التي تحصل فيها ، بحيث ان السستم يتلاءم مع بيئته ويغير نفسه تبعاً لذلك (السستمات السيبرنتيكية ، الاجسام الحية) .

والحتمية الميكانيكية تساوي بين حتمية الظواهر وامكان التنبؤ بها . اما الحتمية الجدلية فتعتبر سلوك السستمات الاحصائية حتميا ، ولو انها لا يمكن التنبؤ بها الا بشكل احتمالي .

السببية Causality

هي التعبير عن الرابطة المباشرة الحسية الاساسية بين الاشياء والظواهر والعمليات في الواقع الموضوعي ، حيث تستدعي العملية الاولى (السبب) في ظروف معينة بالضرورة حدوث العملية الثانية (الفعل)

وبالمقارنة مع القانون تكون السببية رابطة بسيطة مباشرة . وبهذا لا تنطوي السببية على شيء

أكثر من الاعتراف بأن الأحداث (الأفعال) لا تحصل
إلا خلال أحداث أخرى (الأسباب) .

تبعا للماديين القدماء كان كل ما يحدث في
العالم يتقرر بضرورة موضوعية . وقد ذهبوا الى
أن كل ما هو موجود نشأ عن أصل مادي ، ولكن
لم يكن لهم تصور واضح لمبدأ السببية . ويمكن
اعتبار ديمقريط أول من صاغ هذا المبدأ بقوله :
كل شيء ينشأ بسبب ضروري . وعلى أساس هذا
الرأي طور أبيقور ولوكريتس مفهوم السببية المادي
الى مقولة لا يمكن أن ينشأ شيء من لا شيء ، بل
أن كل فاعل ، يستدعي فعلا بالضرورة ، هو من
أصل مادي ، ولا يفترض تدخلا من خارج المادة .

أما الفهم المثالي القديم للسببية فقد طوره
أفلاطون لأول مرة فكان يرى لكل شيء سببه ،
ولكن لم تكن عنده من أسباب حقيقية إلا
الأفكار . فعالم الأفكار هو سبب وجود عالم الأشياء .

وأما أرسطو فقد انتقد أفلاطون ، وذهب الى
أن « كل شيء ينشأ ، ينشأ عن شيء وبواسطة شيء »
— وهذا مذهب مادي في الأساس .

أدى تطور علم الميكانيك واكتشاف قوانينه
وصياغتها رياضيا (غاليليو ، كبلر ، نيوتن) الى
نشوء فهم للسببية هو في الغالب مادي ميكانيكي ،

ظهر في فلسفة بيكون وهوبز . فقد ذهب هوبز الى ان الفعل ينتج من السبب عن طريق ميكانيكي ، كالضغط والاصطدام والتلامس المباشر ، . فقط . وتكمن الاهمية التقدمية لهذا الفهم الميكانيكي الضيق للسببية بالدرجة الاولى في قطيعته مع الايمان بالخوارق ، وفي ذهابه الى ان اسمى واجب للعلم والفلسفة هو تفسير جميع ظواهر الطبيعة بواسطة اسبابها الطبيعية . وسار بيكون بنفس الاتجاه في صياغة افكاره عن طريقة الاستقراء لاكتشاف الروابط السببية .

ويجد الفهم المادي الميكانيكي للسببية تعبيرا ثابتا له في المادية الفرنسية في القرن الثامن عشر ، ويتميز بسببية خطية - كما يعبر عنها اليوم - حيث يصطف الجوهري من العوامل بجانب اللاجوهري ، والضروري بجانب الصدفي . فالعالم تبعا لهولباخ « سلسلة لا تنقطع من الاسباب والافعال » ، وليس فيها مكان للصدفة الموضوعية ، وان الصدفة تدل على جهلنا ذاتيا بالاسباب الطبيعية . وقد عارضت المادية الفرنسية ، كما عارضت المادية الانكليزية في القرن السابع عشر ، العلة الفائية لكل ما هو موجود في العالم . غير انها ، اذ كانت مشروطة بمستوى العلم انذاك ، وبنت « فلسفتها الطبيعية » على اسس ميكانيكية ، لم تكن متحررة من النواقص التي

أصبحت بالتالي منطلقا للهجوم على مبدأ السببية .
ومن هذه النواقص النتائج الجبرية الناتجة من
تطبيق الفهم الميكانيكي للسببية على التفيرات
الاجتماعية . فالإنسان يبدو في هذا الاطار خاضعا
لضرورة عمياء لا تسمح له بحرية الاختيار واتخاذ
قرارات حسب رايه واهدافه وبدو جميع
العمليات الاجتماعية مشروطة بأسباب ميكانيكية ،
كحركة الدرات والجزيئات في جسم السلطان مثلا .

ظهر الفهم المثالي الذاتي للسببية بارزا متبلورا
عند هيوم ، فقد انكر الصفة الموضوعية للسببية ،
وذهب الى ان الانطباع عن السببية نشأ عن الاعتياد
في النظر الى الظواهر المتتابعة زمانيا بانتظام باعتبارها
مرتبطة ببعضها سببيا ، وان السببية هي ناتج
عملية نفسية ذاتية ، ولا تشير الا الى التتابع الزمني
لانطباعاتنا وانتظام تعاقبها ، ولكنها عارية عن اية
ضرورة موضوعية . والحدثان هنا (السبب والفعل)
يفهمان باعتبارهما شيئين واقعيين ، الا ان الرابطة
بين السبب والفعل ، اي العلاقة السببية ، ذاتية ،
ارتباط بين تصورات ذاتية . وبالرغم من ان كانت
قد لحق بهيوم في فهمه المثالي الذاتي للسببية ، الا
انه لم ينظر اليها كمسألة ظاهرية فقط ، بل طور
حلا اخر لها فالسببية عنده مقولة يشترطها
العقل ، مفهوم قبلي موجود قبل اية خبرة ، وتنظم

احساساتنا بواسطته ، وبهذا يجعل خبرنا ممكنة ،
وان الترتيب السببي للاشياء ينتقل من العقل الى
الطبيعة .

اصبح التنكر لموضوعية السببية جزءا اساسيا
لكل التيارات الفلسفية المثالية ، ولا سيما الوضعية .
فبالنسبة لماخ لا يوجد السبب والفعل الا في فكر
الانسان ، وانه « لا يوجد في الطبيعة سبب ولا
فعل » (٦) . وتتصل فكرة ماخ اتصالا مباشرا ببركلي
الذي كان ينظر الى الاشياء في العالم كمركبات
حسية ، بحيث ان الادراك لا يكون انعكاسا للعمليات
المادية ، بل ترتيبا وتركيبا للاحاساسات . وحينما
يرفض ماخ السببية ، فانما هو يطالب في الواقع
بالكف عن تفسير ظواهر الطبيعة ، وينحصر واجب
العلم عنده بوصف الظواهر فقط ، ويستغني عن
مفهوم السبب ، ويكتفي بمفهوم الظرف وتبعها
الفيلسوف الانكليزي ج س مل يكون سبب
الشيء الظرف الذي يحيطه اما شليك فيلحق
بهيوم ويختزل السببية الى تابع زمني وربط ذهني ،
وينكرها كرابطة ضرورية موضوعية . واما رايشنباخ
فيستعيز عن العلاقات السببية بمفاهيم احتمالية .

ساهم هيجل مساهمة جوهرية في الفهم
الجدلي للسببية ، ولكن على اساس مثالي -
موضوعي ، وذهب الى ان السببية وجه من اوجه

رابطة اعم ، هي رابطة التفاعل المتبادل ، واكد على ارتباط السبب والفعل ببعضهما حيث قال : « لا ينفصل السبب عن الفعل في العلاقة السببية . فالسبب الذي يعتقد به ان لا فعل له ليس بسبب ، كما ان الفعل الذي يعتقد به ان لا سبب له ليس بفعل » (٧)

للعلاقة السببية ، السبب - الفعل ، اتجاه زمني ، فالاحداث السببية تجري « بعد بعضها البعض » . وهذا الاتجاه يبرز بوضوح في العمليات غير المنعكسة irreversible ، حيث يتحكم القانون الثاني للثرموديناميك . فهذا القانون ينص على ان الانثروبي لجهاز معزول يزداد او يبقى ثابتا ، ولكنه لا ينقص ابدا . لذلك يمكن اعتبار زيادة الانثروبي معيارا لاتجاه سير الزمن .

لم تضيق نظرية النسبية على فكرة التتابع الزمني للسبب والفعل . فتبعا لنظرية النسبية الخاصة تتتابع ظاهرتان مرتبطتان ببعضهما سببيا في فترة فضاء زمانية ، حيث واحدة منهما (السبب) تسبق الاخرى (الفعل) دائما ، وهذا السبق مطلق ، اي انه مستقل عن اختيار المرجع ، فعند الانتقال من مرجع الى اخر لا يمكن ان يخل التتابع الزمني للحدث .

ترتبط مسألة الاتجاه الزمني للحدث السببي
فيزياويا بوجود حد أعلى للسرعة (سرعة الضوء) .
وتبعاً لذلك لا يمكن ان ينتقل اي تأثير بسرعة اكبر
من هذه السرعة (مخروط الضوء في نظرية النسبية
الخاصة)

غير ان التتابع الزمني وحده ليس معياراً
لارتباط الاحداث برابطة سببية ، وان النظر الى
السببية باعتبارها مجرد تتابع زمني ، اي تضيقها
الى صيغة كل ما يأتي بعد الشيء فهو فعل له ،
خاطيء . فالربيع يأتي بعد الشتاء ، الا ان الشتاء
ليس سبباً للربيع .

تؤكد الصفة الموضوعية للسببية وتدعم
بواسطة ممارسة الانسان وعمله الاجتماعي . وتقدم
الصناعة وتطورها برهاناً حياً لسببية الاحداث
فالانسان لم يقتصر على ما تنتجه الطبيعة ، بل
استفاد من معرفته للعلاقات السببية بين العمليات
في الطبيعة واستخدمها لتوليد عمليات وانتاج اشياء
لم تكن موجودة فيها . فلو لم تكن تلك العلاقات
السببية موجودة موضوعياً ، لما امكن للانسان ان
يطور الصناعة الى مستواها الحالي . وان تحقق
التنبؤات العلمية هو في نفس الوقت تأييد لمبدأ
السببية ، لان التنبؤات العلمية لا تكون ممكنة الا
على اساس العلاقات السببية .

ان كشف الروابط السببية وتعميمها العلمي شرط هام لمعرفة القوانين في الطبيعة والمجتمع ، والاستفادة الواعية منها . وتتطور العلم والانتاج تنعكس الروابط السببية بصورة ادق واكمل . وتعتمد درجة الدقة التي يمكن بها تعيين احدى الروابط السببية على مستوى تطور العلم الاختصاصي المعني . الا ان مسألة دقة معرفة الروابط السببية يجب ان لا تخلط بمسألة وجودها الواقعي الموضوعي . لهذا فمن الخطأ الاستنتاج ان الاحداث في العالم الصغير لا سببية ، لان الرابطة السببية فيها لم تكتشف بعد ، او اننا يجب ان نكتفي بقوانين احصائية ، او ان التصور الحتمي الميكانيكي لا يمكن تطبيقه هنا .

الصدفة

قد يكون من المفيد قبل دراسة مفهوم الصدفة الفلسفي ان نذكر بعض الامثلة عليها : حجر يسقط على احد المارة فيسبب له ضررا جسيما ، صاعقة تسقط فتحترق بسببها احدى الاشجار ، رجل يربح في لعبة اليانصيب ، نقاط معينة يظهر بها الزهر في لعبة النرد ، تبخر احد جزيئات الماء من الوعاء الذي يحتويه ، تفسخ نواة معينة من نوى اليورانيوم في عملية النشاط الاشعاعي ، سقوط

الكثرون في نقطة معينة على الصفحة الفوتوغرافية
بعد انعكاسه عن احدى البلورات ، ...

تدعى الحادثة صدفية حينما لا تقتضيها
الظروف الداخلية الجوهرية للعملية ولا تحصل
كضرورة عامة .

تعرف الصدفة بأنها تكملة للضرورة وشكل
لظهورها . والصدفة والضرورة تمثلان تناقضا
جدليا ، تكون الضرورة هي الجانب الحاسم فيه .

توجد الصدفة بصورة موضوعية ، غير انها لا
تحصل كنتيجة لروابط داخلية للاحداث . فالربيع في
اليانصيب مثلا لا يحصل كنتيجة لرابطة مباشرة
قريبة بين اللاعب والرقم الرابع ، وتفسخ عدد معين
من نوى اليورانيوم في فترة زمنية محدودة لا يعتمد
على رابطة مباشرة بين هذه النوى . غير ان ذلك لا
يعني ان تفسخ اليورانيوم ليس له سبب .

بينما تظهر الصدفة في القانون الديناميكي
كتشويش ، كظاهرة لا قانونية ، تكون في القانون
الاحصائي عاملا جوهريا فبسبب عدد هائل من
الاصطدامات الصدفية لجزيئات الغاز مع جدران
الوعاء ينشأ ضغط الغاز ، وبسبب التفسخ الصدفى
لعدد هائل من نوى اليورانيوم مثلا ينشأ قانون

التفسخ للنشاط الاشعاعي . ويحقق القانون نفسه هنا بواسطة عدد هائل من الصدف .

ان دخول الصدفة في القانون الاحصائي يوضح العلاقة بين الضرورة والصدفة ، في ان الصدفي ضروري ، وان الضرورة تحقق نفسها عن طريق الصدف .

ان الصدفي ضروري ، لان كل جانب منه لا بد وان يكون له سبب ، وان الحوادث الصدفية تحصل بالضرورة لانها مشروطة بمجموعة الظروف التي تحصل فيها . وان للصدفة سببا لان لها وجودا موضوعيا ، ولكن العوامل التي تؤدي الى الصدفة لا تشترط بعضها البعض بالضرورة ، اي ان وجود احدها لا يعني ضرورة وجود الاخر الذي يسبب وجوده حدوث الصدفة .

ان ظاهرة واحدة يمكن ان ينظر اليها كصدفة في مستوى معين وضرورة في مستوى اخر . فحركة جزيء واحد مفرد بالنسبة لجسم يمكن ان تعتبر صدفة ، ولكن اذا نظرنا الى هذه الحركة بمستوى اوطا (اعمق) سنجد ان هذه الحركة ضرورة قانونيا . وتصح هذه النظرة في تفسير الظواهر الشموديناميكية .

تعرف الصدفة احيانا ك « نقطة تقاطع سلسلتين سببيتين » . غير ان هذا التعريف لا

يكشف جوهر الصدفة كشفا تاما لانه يبرز الاستقلال التام للحدثين فقط ، ويخفي العلاقة ما بين الضروري وغير الضروري .

هناك شكلان متطرفان في النظر للصدفة :
نكران الصدفة وإطلاقها . فالاول ، وهو الذي ينكر موضوعية الصدفة ، هو وجهة نظر الحتمية الميكانيكية . والصدفة حسب هذه النظرة تعبير عن جهلنا ، وان تقدم العلم سيقطع مجال الصدفة . والسببية تفسر هنا تفسيراً حتمياً ميكانيكياً وينظر الى الحتمية والصدفة وكأنهما نقيضان ينفي أحدهما الآخر . لقد كتب سبينوزا : « لا يوجد في طبيعة الأشياء شيء صدفي ، بل يحدد وجود وعمل كل شيء بالخضوع لضرورة الطبيعة الالهية » (أ) . اما بلانك فقد كان ينظر الى الصدفة وكأنها « خرق للسببية » وتعبر عن « قصور في نظرتنا الى العلاقات الحقيقية » .

لما الطرف الثاني فهو الذي يذهب الى ان هناك صدفه تنشأ بدون سبب . ولذلك فهذا النوع من الصدفة يقع خارج نطاق السببية ، في مجال الاحتمية ، اي صدفه مطلقة . غير ان الحادثة الصدفية المطلقة تعني انها غير ضرورية ابداً ، ليس لها سبب ، وفي ذلك خرق للسببية . الصدفة المطلقة والظواهر الطبيعية التي ليس لها اسباب

طبيعية واللاحتمية المطلقة ، ومساواة الصدفة باللاسببية - كل ذلك لا يأتلف والعلم .

الصدفة لا تعني تضيقا للسببية . وان وجود علاقات صدفية في الطبيعة والمجتمع يجب ان يفسر دائما بان جميع الظواهر والعمليات تخضع للسببية العامة . وان نكران هذه الحقيقة هو احد معالم الاحتمية . فالصدفة والاحتمال والاحصاء هي ليست مناقضات للسببية ، ولهذا فهي ليست ادلة على الاسببية .

التنبؤ العلمي

هو معرفة الشيء او الظاهرة قبل حدوثها بالاستناد على العلم . وبهذا لا يدخل في اطار التنبؤ العلمي محاولات التنبؤ عن المستقبل كـ « فتح الغال » و « قراءة الفنجان » و « التنجيم » وامثالها مما ليس له اساس من روابط قانونية واقعية . وكذلك لا تدخل في صنف التنبؤات العلمية تلك التنبؤات التي ليست لها صفة علمية صارمة ، ولا تعتمد على تحليل نظري للحوادث ولا على القوانين الطبيعية التي تجرى بموجبها ، بل هي اقرب الى القواعد الملاحظة في الحياة اليومية ، كالتنبؤ بـ « برد المجوز » و « الباحورة » و « المربعانية » .

الانبؤات العلمية مقولات ، تستند على العلم ،
عن وقائع حقيقية او ممكنة ، غير معروفة حتى ذلك
الوقت ، تشتق منطقيا ، ضمن نظرية علمية ، من
قانونيات ومقولات معروفة عن ظروف ابتدائية
معينة للعملية المراد التنبؤ عنها .

يتبين من تعريف « التنبؤ » - معرفة الظاهرة
قبل حدوثها - ان المعرفة بالظاهرة تسبق حدوثها ،
ولا يعني ان الظاهرة لم تكن تحدث بالضرورة قبل
التنبؤ بها . فالخسوف والكسوف مثلا كانا يحدثان
منذ نشوء العلاقة البنيوية الحالية بين الشمس
والارض والقمر ، وكان الناس يعرفونهما ، الا ان
التنبؤ بهما قد تأخر حتى اكتشاف القوانين التي
تحصل بموجبها هاتان الظاهرتان .

وقد يكون الشيء او الظاهرة المتنبأ بها غير
معروفة سلفا ابدا ، رغم انها موجودة في الطبيعة ،
كتنبؤ ديراك بوجود البوزترون (١٩٢٨) ضمن
نظريته الكوانتية النسبية عن الالكتران ، واكتشاف
تلك الدقيقة من قبل اندرسون (١٩٣٢) في الاشعة
الكونية . ويصح نفس الشيء على العناصر التي
كانت اماكنها فارغة في الجدول الدوري للعناصر
الكيميائية . فجميع هذه العناصر كانت وما زالت
موجودة في الطبيعة - الارض - الا ان عددا منها كان
مكانه فارغا حينما وضع مندليف جدولته . فالتنبؤ

بوجود عناصر في الاماكن الفارغة تتصف بالصفات الكيميائية المحددة سلفا هو تنبؤ علمي ثبتت صحته تماما باكتشاف العناصر التي كانت مجهولة حينئذ بصفاتها المتنبأ بها . ويصح نفس الراي على التنبؤات التي جرت على اساس النظرية النسبية والكوانتية ، وتحققت عمليا .

يقوم التنبؤ بالحادثة كمعيار لاثبات صحة فرضية (او نظرية) او خطاها . فمن الفرضية يمكن اشتقاق بعض الاستنتاجات ، التي ان اثبتها الواقع كانت دعما لصحة تلك الفرضية . وعند تحقق استنتاجات اخرى مشتقة من هذه الفرضية غير معروفة سلفا (تنبؤات) ، تكتسب الفرضية صفة القانون او النظرية . وكلما اجازت الفرضية تنبؤات اكثر تتحقق واقعا فقدت صفتها الفرضية ، واكتسبت صفة القانون العلمي . اما في الحالة الحدية السلبية المتطرفة ، اي فيما اذا لم تجز الفرضية اي تنبؤ ، فقدت تلك الفرضية صفة العلم واصبحت اعتباطية .

يعتبر التنبؤ اهم معالم الحتمية الميكانيكية تاريخيا . فقد كان من الممكن مبدئيا - حسب تصورات الميكانيك الكلاسيكي - حساب الحالة المستقبلية لاي نظام من حالته الراهنة . وخير مثال على ذلك الميكانيك الفلكي ، حيث استطاع التنبؤ

بمواضع الشمس والقمر والكواكب لاي زمن بدقة كبيرة . وكان الربط بين السببية والتنبؤ امرا طبيعيا لدى الكثير من الفيزيائيين والفلاسفة . غير ان السببية شرط ضروري ، الا انه غير كاف ، للتنبؤ العلمي .

يرمي بعض الفيزيائيين والفلاسفة من وراء ربط السببية بامكانية التنبؤ (بالمعنى الحتمي الميكانيكي) نكران مبدا السببية في العالم الصغير ، ذلك لان الاحداث في العالم الذري لا تخضع لقوانين الميكانيك الكلاسيكي ، بل تخضع للقوانين الاحتمالية للميكانيك الكوانتي ، حيث لا يمكن قول شيء محدد عن سلوك دقيقة مفردة .

لا يقتصر واجب التنبؤ على معرفة الواقع الموضوعي وحسب ، بل يمتد الى تغييره العملي ايضا . اي ان التنبؤ وظيفة عملية ، سواء كان ذلك في الطبيعة او في المجتمع . فالتنبؤ يؤثر على نشاط الناس في تغيير محيطهم الطبيعي ، كما يؤثر على سلوكهم ونشاطهم الاجتماعي ، ويوجهه باتجاه معين .

ان امكان استنتاج التنبؤات المستندة على العلم وتحققها عمليا هو - من وجهة نظرية المعرفة - برهان على وجود العالم الموضوعي الواقعي ، وتفنيد للتفسير المثالي الذاتي للعلم ، ورد على الزعم بأن العلم لا يعدو عن كونه مجموعة اصطلاحات .

الفصل الرابع

المسائل الفلسفية في النظرية الكوانتية

بعض الحقائق الفيزيائية

معالم الفيزياء الكلاسيكية

تتألف الفيزياء الكلاسيكية من جزئين رئيسيين هما ميكانيك نيوتن والكتروديناميك ماكسويل وتتضمن هاتان النظريتان القوانين الفيزيائية التي تحكم حركة الدقائق والمجالات، اللبنتين اللتين يتألف منهما العالم الكبير هاتان المادتان توجدان في الفيزياء الكلاسيكية مستقلتين عن بعضهما ، ولا تستطيع احدهما التحول الى الاخرى ، اي ان كل لبنة يتألف منها العالم هي اما دقيقة او مجال .

اما الضوء فقد اصبح بعد اكتشاف ماكسويل النظري للأمواج الكهرومغناطيسية جزءا من الالكتروديناميك . واما الصوت فتعالج ظواهره باعتبارها تموجات في وسط مادي ، صفتي ، تخضع لقوانين الميكانيك . واما علم الحرارة (الثرموديناميك) فقد استطاع بولتزمان اشتقاق قوانينه الرئيسية بالاعتماد على الميكانيك الكلاسيكي ونظرية الاحتمال (الميكانيك الاحصائي) .

الفضاء والزمان في الميكانيك الكلاسيكي « مطلقان » ، اي انهما لا يعانيان اي تأثير من جانب

الاجسام ، ولكل منهما وجودا موضوعيا مستقلا عن المادة ، وتنطبق على الفضاء هندسة إقليدس .

وسود في الميكانيك الكلاسيكي الحتمية الميكانيكية ، أي حينما يعرف موضع جسم وسرعته والقوى العاملة عليه في لحظة من اللحظات ، يتحدد بذلك مساره في المستقبل ويمكن التنبؤ عنه . وهذا يعني انه من الممكن تعيين موضع أي جسم (او نقطة كتلية) وسرعته في أي وقت تعيينا تاما .

وتبعا لنظرية ماكسويل في الالكتروديناميك من الممكن معرفة التغيرات التي تطرا على المجال الكهربائي المغناطيسي في الفضاء والزمان معرفة تامة والتنبؤ عنها ، اذا عرفت حالة المجال في لحظة معينة .

فشل الفيزياء الكلاسيكية في العالم الصغير

ثنائية الدقيقة - الموجة

يبدو الضوء وغيره من الاشعاعات في بعض الظواهر (التداخل ، الحيود ، الاستقطاب) كحركة موجية ، وفي ظواهر اخرى (الفعل الكهربائي الضوئي ، فعل كومبتون) كدقائق . كما تبدو الدقائق الاولى (الالكترونات وغيرها) في بعض

التجارب (مساراتها في الحجرة الفيمية ،
واصطداماتها ..) كدقائق ، وفي تجارب اخرى
(تجربة دافيسون - جرمر ، اشكال حيود لاه ..)
كامواج . ويعبر عن هذه الحقائق بشئ الدقيقة -
الموجة . اي ان الدقائق الاولية للمادة تبدو مرة
كدقائق كلاسيكية ، ومرة اخرى كامواج كلاسيكية .
فالصورة الاولى تنطوي على التقطع والثانية على
الاتصال . وبما ان الصورتين (الكلاسيكيتين)
تستبعد احدهما الاخرى ولا تتوافق معها ، يمكن
ان نستنتج ان المادة في جوهرها لا تتفق مع تصورنا
الكلاسيكي عنها . فالمادة لا تتألف من دقائق بالمعنى
الكلاسيكي ولا من مجال موجي بالمعنى الكلاسيكي
ايضا . انها تتألف من شئ اخر نحتاج الان عن تكوين
صورة له ، ولو اننا نستطيع وضع المعادلات
الرياضية لوصف حركته .

ان اية نظرية فيزيائية تستهدف وصف الواقع
الموضوعي يجب ان تتغلب على هذه الثنائية باحتوائها
في ثناياها ، وان تكون قادرة على تفسير الصفتين
الظاهريتين المتناقضتين للمادة ، لان المادة واحدة ،
ويجب النظر اليها باعتبارها واحدة . اما الثنائية هنا
فلا تعني سوى مظهرين متناقضين يمكن ان تبدو
لنا بهما المادة الواحدة ، معقدة البنية .

النظرية الكوانتية

النظرية الكوانتية نظرية فيزيائية انطلقت في الاساس من ان بعض المقادير الفيزيائية (الطاقة والزخم الدوراني والشحنة) لا تتخذ قيما صغيرة متصلة بصورة اعتباطية ، انما تأخذ قيما متقطعة ، تزداد او تنقص (بالامتصاص او بالاشعاع) بقيم متقطعة ايضا ، كوانتات .

كانت الذرات حتى قبيل نهاية القرن التاسع عشر تعتبر اصغر احجار المادة التي لا تتجزأ وكانت كتلة ذرة الهيدروجين تعتبر اصغر كتلة ولما اكتشف الالكترين (ج ج تومسون ١٨٩٧) اعتبرت شحنته اصغر قيمة تستطيع ان تتخذها ، او تتغير بها ، الشحنة الكهربائية . وفي عام ١٩٠٠ استطاع بلانك تفسير توزيع الطاقة في طيف الاشعاع للجسم الاسود (الجسم الذي يمتص جميع الاشعاع الساقط عليه) بافتراض ان الطاقة تشع وتمتص بكوانتات ، متقطعة ، واتي بكوانتم الفعل (ثابت بلانك h) وقد برهن البحث الفيزيائي اللاحق ان فرضية بلانك هذه مثمرة جدا . فعلى اساسها استطاع بور ان يتغلب على التناقض الموجود في موديل رذرفورد للذرة بافتراض ان للالكترين مدارات مستقرة في الذرة لا يشع فيها طاقة عند

دورانه ، وان اللرة لا تشع طاقة الا حينما ينتقل
الالكترونون من مدار ذي طاقة عالية الى اخر ذي
طاقة اوطا منها (موديل بور للدرة شبه الكلاسيكي) .

ومنذ عام ١٩٢٥ بدىء ، بالاعتماد على فرضية
الكوانتات ، في بناء نظرية فيزيائية عن العالم الصغير
عالم الذرات والجزيئات والدقائق الاولى ، اي
الميكانيك الكوانتي او الميكانيك الموجي . وقد طورت
هذه النظرية عن طريقين مختلفين مستقلين عن
بعضهما :

١ - الطريق الاول اتبعه شرودنكر بتطوير
فكرة دي بروغلي بتمثيل حركة الدقيقة بموجة
(الميكانيك الموجي) .

ب - الطريق الثاني اتبعه هايزنبرك حيث انطلق
من ميكانيك الدقائق الكلاسيكي وجعل لكل مقدار
فيزياوي ماتريكس يمثل (ميكانيك الماتريكس) .

وبعد ذلك بفترة وجيزة اثبت ان الميكانيك
الموجي وميكانيك الماتريكس متكافئان رياضيا
ويؤديان الى نفس النتائج الفيزياوية .

وقد ربط ديراك الميكانيك الكوانتي بنظرية
النسبية وانشأ الميكانيك الكوانتي النسبي .

تبين من نجاحات النظرية الكوانتية في تفسير
ظواهر العالم الصغير ان الدقائق والذرات لا يمكن

وصفها بالصورة الدقائقية الكلاسيكية ولا بالصورة الموجية الكلاسيكية، وان مسألة ثنائية الدقيقة-الموجة ليس لها طبيعة فيزيائية في الأساس ، انما تتولد من تصورنا المحدود لبنية المادة ، أي من استخدام احدي الصورتين الكلاسيكيتين بمفردها .

من اهم معالم النظرية الكوانتية الحديثة (الميكانيك الكوانتي) وصفها لحركات الجسيمات الصغرى بواسطة دالة موجية لا تقدم معلومات محددة عن الجسيمة الواحدة ، انما تعطي معلومات « احتمالية » عن سلوكها . وبعبارة اخرى ان قوانين الميكانيك الكوانتي قوانين احصائية .

واهم ما يربط بهذه النظرية من الناحية الفلسفية هي مسألة القانون الفيزيائي والاحتمية والسببية ، وعلاقتها بالصدفة وبامكانية التنبؤ بالاحداث الطبيعية ، والعلاقة بين المتصل والمتقطع .

علاقة اللادقة uncertainty relation

اكتشف هايزنبرك علاقة اللادقة عام ١٩٢٧ ، ونحوها انه لا يمكن تعيين موضع دقيقة وزخمها بدقة تامة في آن واحد . ويعبر عن هذه الحقيقة

رياضيا بالتعبير التالي : $\Delta p \cdot \Delta q \geq \frac{h}{4\pi}$

حيث تعني Δp اللادقة في تعيين الزخم ،

و Δq اللادقة في تعيين الموضع .

لا تقتصر علاقة اللادقة على موضع الدقيقة وزخمها ، بل تشمل مقادير فيزيائية اخرى مثل الطاقة والزمن ، والازاحة الزاوية والزخم الدوراني . لا يمكن تخفيض حدود اللادقة المعطاة في العلاقة المذكورة ، اي لا يمكن زيادة دقة التعيين ، بزيادة دقة جهاز القياس او طريقته ، او حذف التشويشات والاضطرابات التي قد تحدث اثناء القياس . فاللادقة ليست أمرا ذاتيا ، انما هي موضوعية ، تتعلق بطبيعة الدقائق الاولى وبنيتها المعقدة . وليست علاقة اللادقة تعبيرا عن جهلنا ، بل ان لها فحوى موضوعية .

ينطوي مبدأ اللادقة على قصور صورة العالم الميكانيكية وضيق حتميتها . وهي تبين الحدود التي تصح فيها الصورة الدقائقية وحدها او الصورة الموجية وحدها عن المادة ، وتعطي تقديرا للخطأ الذي يقع فيه المرء حينما يستعمل احدي الصورتين فقط .

مسائل نظرية معرفية متعلقة بالميكانيك

الكوانتي

مبدأ التطابق : Correspondence Principle

هو المبدأ القائل ان نظرية تصح في مجال معين

لا تفقد صحتها فقدانا تاما بنشوء نظرية جديدة اعم ، بل تصبح قوانينها وصياغتها الرياضية حالة خاصة حدية من قوانين النظرية الجديدة وصياغتها الرياضية ، حينما يتخذ البارامتر الخاص بالنظرية الجديدة قيمة معينة . وقد صاغ هذا المبدأ بشكله الخاص لأول مرة نيلزبور عام ١٩١٣ بصدد العلاقة بين الفيزياء الكلاسيكية والفيزياء الكوانتية : ان الفيزياء الكوانتية تعطي نفس نتائج الفيزياء الكلاسيكية حينما يكون العدد الكوانتي كبيرا ، او ان قوانين الفيزياء الكوانتية ومعادلاتها تتحول الى قوانين الفيزياء الكلاسيكية حينما يصغر ثابت بلانك الى الصفر ، $h \rightarrow 0$.

وقد ابان التطور التالي في الفيزياء ان لهذا المبدأ اهمية كبيرة في الانتقال من ميدان في الفيزياء الى اخر . ومن نظرية الى اخرى . فقد تبين مثلا ان البصريات الهندسية حالة خاصة حدية للبصريات الموجية ، وذلك حينما يقترب طول الموجة من الصفر ، وان الميكانيك الكلاسيكي حالة خاصة حدية للميكانيك النسبي حينما تكبر سرعة الضوء الى اللانهاية ، (او حينما تكون سرعة الجسم بطيئة جدا بالمقارنة مع سرعة الضوء) . ويصح مبدأ التطابق على علوم اخرى . فقد تبين ان هندسة اقليدس حالة خاصة حدية للهندسة اللاقليدية ، وذلك حينما يصبح تحدب الفضاء صفرا .

يختلف مبدأ التطابق عن المبادئ العلمية الأخرى كمبدأ حفظ الطاقة مثلا ، في أنه لا يخص أجساما وعمليات مادية بصورة مباشرة ، بل يعالج روابط النظريات العلمية ، وبهذا فهو مبدأ علمي فوقي .

ومن الناحية الفلسفية يستند مبدأ التطابق على العلاقة الجدلية بين الحقيقة النسبية والحقيقة المطلقة . فاية نظرية علمية تنجح في تفسير ميدان معين من الظواهر ، وتمثل بذلك حقيقة نسبية ، لا تهمل أو تنبذ أو ترمي عرض الحائط بتطور المعرفة العلمية وارتقائها ، بل تنقض بصورة جدلية أي تبقى ضمن حقيقة نسبية أخرى أعلى درجة كحالة حدية . ورغم أن النظرية الجديدة تنفي القديمة ، إلا أنها لا تنفيها نفيا ميتافيزيقيا ، أي تنبذها باعتبارها خاطئة ، بل تنفيها جدليا حيث تشير إلى محدوديتها .

مبدأ التكميلية : Complementarity Principle

مبدأ معرفي ومنهجي صاغه نيلزبور (١٩٢٨) وينص على أن الوجهين اللذين تظهر بهما الدقائق الصغرى الأولية ، الحبيبي والموجي ، يناقض أحدهما الآخر ويستبعده ، إلا أنهما يكمل أحدهما الآخر . وبكلمة أخرى أن الوجهين لا يظهران في تجربة واحدة .

وقد استغل هذا المبدأ استفلالا سيئا بتفسيره تفسيراً مثالياً ذاتياً ، فالوجه الذي تظهر به الدقيقة يعتمد على الجهاز المستعمل للفحص عنها ، بالتالي على إرادة الفاحص الذي يختار الجهاز ، أي أنه يعتمد على الذات . ولهذا فصفات الموضوع (الدقيقة) حسب رأيهم ، لا تعتمد عليها ، بل تخلق في عملية فحصها .

غير أن جريان أية تجربة مستقل عن الإنسان القائم بها . صحيح أن الإنسان يحدد الشروط التي تجري فيها التجربة سلفاً ، إلا أن موضوعية العملية - التجربة - يظهر في حقيقة أنه بقاء شروط التجربة تنتج دائماً نفس النتائج - العلاقات الجوهرية الموضوعية ، أي أن القوانين التي تجري بموجبها العملية مستقلة عن وعي الإنسان وإرادته . وكذلك صفات الدقائق الصغرى مستقلة عن الذات التي تتفحصها وعن الوعي . وبذلك لا يمكن للذات أن تخلق صفات الموضوع - الدقيقة ، وليس هناك أي أساس حقيقي تعتمد عليه الذاتية المعرفية .

مبدأ الملاحظة : Observability

مبدأ نظري معرفي للفلسفة الوضعية ، يعني أن ما لا يمكن مشاهدته ليس له وجود .
كان لهذا المبدأ أهمية تقدمية مقابل التأملات

التي لا اساس لها في دراسة الطبيعة ، لانه اكلا على
الاساس التجريبي الذي لا يستغني عنه في هذه
الدراسة .

وكان الاساس الذي اعتمد عليه الفهم المثالي
الذاتي لمبدأ الملاحظة مقولة بركلي : « الوجود هو
ما يحس به » - المدرك .

ان قابلية الملاحظة قد تكون مشروطة تاريخيا ،
لأنها تعتمد على مستوى تطور العلم في زمن معين .
وقد يؤدي اشتراط الاخذ بها من اجل التسليم
بوجود الشيء الى استنتاجات خاطئة ، فتصبح عائقا
في سبيل البحث العلمي ، لان عدم قابلية مشاهدة
الشيء لا تضمن عدم وجوده .

اما من وجهة نظرية المعرفة فيتناقض مبدأ
الملاحظة مع حقيقة وجود واقع مستقل عن الوعي .
ويكمن الخطأ الاساسي لهذا المبدأ في اهمال النظرية
وجمل التجربة مطلقة . وقد ابان تطور الفيزياء
الحديثة « على الضد من مبدأ الملاحظة » ، ان التفكير
التجريدي ، والاستنتاجات الرياضية (القوانين
الرياضية) يمكن ان تقدم معارف موثوقة يركن
اليها . لذلك يحاول اتباع مبدأ الملاحظة ان يحسبوا
حسابا لهذه الحقيقة ، بأن يستعوضوا عن قابلية
الملاحظة التجريبية بـ « قابلية الملاحظة المبدئية » .

ان اتباع مبدأ الملاحظة يسيئون تفسير دور
المشاهد في التجربة باتجاه ذاتي . ويذهبون الى ان
فعل الملاحظة او القياس يلعب دورا رئيسيا بحيث
انه لا يكشف عن صفات الدقيقة (الالكترون مثلا)
وحسب ، بل يسبب له اضطرابا لا يمكن اختزاله ،
وبهذا ففعل الملاحظة يساهم في انتاج او خلق هذه
الصفات وهذا يعني التنكر لفكرة ان العالم
مستقل موضوعيا عن الانسان . المشاهد فالانسان
المشاهد خلال تعرفه على العالم يساهم - حسب
هذا الرأي - مساهمة اساسية في خلقه . ولا بد
هنا من كلمة عابرة للتنويه بان هذه الفكرة الدالة
على نظرة فلسفية مثالية ذاتية - وهي الصفة التي
تسم منتسبي ما سمي بـ « مدرسة كوبنهاكن »
تختلف جذريا عن الفكرة المادية القائلة ان واجب
الفيلسوف لا تفسير العالم وحسب ، بل تغييره
ايضا فتغيير العالم هنا يجرى بارادة مقصودة
واعية من الانسان بالاعتماد على معرفة قوانين العالم
الموضوعية

مدرسة كوبنهاكن ومعارضوها

مدرسة كوبنهاكن جماعة من الفيزيائيين
تجمعت حول نيلزبور (معهد الفيزياء النظرية في
كوبنهاكن) في العشرينات واولئ الثلاثينات من هذا

القرن ، وذهبت في التفسير الفلسفي للنظرية الكوانتية الحديثة مذهبا خاصا متأثرا بالفلسفة الوضعية الجديدة التي ادعت لنفسها كونها « فلسفة العلم »

ومن المفيد هنا ان نقف وقفة قصيرة لبيان اهم معالم الفلسفة الوضعية .

الوضعية تيار فلسفي مثالي - ذاتي ، ينطلق من فكرة ان المعطيات الحسية المباشرة هي مصدر كل المعرفة . وتبقى هذه المعطيات الحسية منعزلة عن بعضها ، غير مترابطة ، لان الوضعية لا تجبر تصميم الخبر واستنتاج القوانين . اما العالم الخارجي الواقعي الموجود موضوعيا فهو في رأي الوضعيين ليس من المعطيات ، لان الاحساسات لا تدرك الا الاشياء الجزئية .

نشأت الوضعية كرد فعل لخيبة الامل في الفلسفات التقليدية التأملية التي عجزت عن حل المشاكل الفلسفية التي اثارها تقدم علوم الطبيعة . وقد تعمقت خيبة الامل هذه بالاكشافات الكبيرة التي انجزتها الفيزياء في بداية القرن العشرين ، في المجالين العملي والنظري ، ولا سيما بعد تطوير النظرية النسبية والنظرية الكوانتية ، وما استوجبت من اعادة النظر في العديد من المفاهيم الفلسفية

الخاصة بالعلم كالسببية والحتمية والقانون وغيرها، وما طرحته من أسئلة تمس أسس العلم مثل : ما هي النظرية العلمية ؟ وكيف تبني ؟ وكيف ترتبط النظرية بالواقع العملي ، التجربة ؟

وقد أدى تطور المنطق الرياضي وتطبيقاته على المسائل الرياضية الأساسية ودخول الرياضيات في علوم الطبيعة ، الى نشوء تيار وضعي جديد ، الوضعية المنطقية ، يعتبر التحليل المنطقي للمسائل الفلسفية غاية الفلسفة واسلوب عملها الوحيد ، مستهدفا بذلك وضع حد للتأملات الفلسفية الضبابية القديمة التي لا تجدى نفعا ولا تؤدي الى نتيجة علمية واضحة . وقد ذهب الوضعيون الجدد الى وجوب الفصل بين المسائل العلمية الحقيقية والمسائل « الميتافيزيقية » التي « لا معنى لها » حسب تعبيرهم . الا ان مصطلح « الميتافيزيقية » امتد عندهم الى جميع المسائل التي تتعلق بالواقع الموضوعي وعلاقته بالفكر بحيث اعتبرت هذه مسائل « لا معنى لها » . وقد اعلنوا ان الفلسفة « حيادية » في نظرتها للعالم وتقف « فوق الايدولوجيات » وحرموا عليها بحث المسائل الاجتماعية ، هذا بالرغم من ان ادعاءهم بالحياد ورفضهم للميتافيزيقيا لا يؤيده واقعه : اي انتماءاتهم ومسلكتهم الاجتماعي والسياسي .

ان الكفاح ضد التأملات الضبابية والفامضة ،
والصرامة في صياغة المفاهيم ، والاعتماد على الخبر
العملية الاكيدة ، ونبد الفرضيات التافهة ، هذه
كلها جوانب ايجابية حاول الوضعيون الجدد التاكيد
عليها ، رغم انهم لم يلتزموا بها . ولذلك فليس من
الغريب ان العديد من الفيزيائيين والرياضيين ،
ومفكرين اخرين (هايزنبرك ، بور ، كودل) من
الذين لم يرضهم عقم الفلسفات التأملية التقليدية ،
التي لا تقدم حلا لمشاكل العلم ، وطمحوا الى فلسفة
تتفاعل مع العلم ، اعتقدوا ان الوضعية الجديدة
ضالتهم المنشودة واعتبروها فلسفة العلم
الحقيقية .

غير ان المنطلق الاساسي ، التجريبي ، للفلسفة
الوضعية بكل اشكالها ، واختزال واجب الفلسفة
الى التحليل المنطقي للغة ، كما تذهب اليه الوضعية
المنطقية ، يسلبها حق الادعاء بكونها « فلسفة العلم »
ولا يساعد على تطور العلم ، كما لا يصح ان يكون
اساسا لبناء فلسفة علمية . ان محاولة ممثلي
الوضعية الجديدة جعل الفلسفة « علمية » قد
انتهت بهم الى نكران كون الفلسفة علما .

وتعبر الوضعية عن صفتها المعادية للعلم
باصرارها على البقاء في المستوى التجريبي ورفض
التعميمات النظرية ، وفصل الاشياء والظواهر من

علاقتها التاريخية وارتباطاتها ببعضها ، والنظر اليها باعتبارها اشياء وظواهر منفردة . وكلمة كارناب ، وهو من ابرز ممثليها : « ليس في العلم عمق ، انما هو سطح فقط » تعبر عن هذا الاتجاه تعبيرا مركزا واضحا . فالوضعية لا تعترف بوجود حقائق وراء الظواهر وترمي الى اقتصار التفكير على الظواهر السطحية للمعليات الطبيعية والاجتماعية دون الفوص الى اسبابها وارتباطاتها وقانونياتها .

وبنفس الاتجاه تستهدف الفلسفة الوضعية اختزال الظواهر الاجتماعية الى ظواهر اشخاص منفردين ، والعلاقات الاجتماعية الى علاقات بين افراد . وان محاولة الوضعيين الجدد اختزال جميع العلوم ، بما في ذلك العلوم الاجتماعية ، الى الفيزياء تمثل تعميقا لاتجاه الوضعية في نكران وجود قوانين موضوعية خاصة للمجتمع وتطوره .

لقد اثرت الفلسفة الوضعية الجديدة على ممثلي مدرسة كوبنهاغن مدة طويلة تأثيرا غير قليل . ويجب ان نشير بهذا الصدد الى ان مدرسة كوبنهاغن لا تمثل نهجا فلسفيا موحدا تماما ، وان تفسير كوبنهاغن للميكانيك الكوانتي ينطوي على تعدد في الاتجاهات الفلسفية يمتد من اراء وضعية متطرفة كما هي الحال مع يوردان ، الى بعض المواقف المادية غير الثابتة كما هي الحال مع بورن .

كما ان اراء العديد من ممثليها لم تبقى هي هي دائما ،
بل تطورت وتبدلت مع الزمن ، مع عزوف عن
الوضعية المتطرفة وميل نما عند البعض نحو المادية
(بور ، بورن)

ما يلي ابرز نظرات مدرسة كوبنهاغن للاحداث
في العالم الصغير

أ - ان جسيمات العالم الصغير لا تكتسب
واقعا موضوعيا الا حينما تسجل بواسطة جهاز
مختبري ويحس بها احساسا ماكرو سكوبيا (القياس
او المشاهدة) .

ب - لا يمكن الفصل فصلا قاطعا بين المشاهد
(الانسان او الجهاز) والمشاهد (الدقيقة ، الذرة)
اي بين الذات والموضوع ، وان السستم (الدقيقة
مثلا) ليس له واقع موضوعي مستقل عن المشاهد .

ج - التفاعل بين الجسيم الصغير وجهاز
القياس يخلق اضطرابا في الجسيم لا يمكن السيطرة
عليه او معرفته مقدما

د - للمشاهد امكانية الاختيار الحر بين
ترتيبين مختبريين مختلفين يؤدي كل منهما الى
معلومات عن الجسيم الكرسكوبي تتنافى مع ما
يؤدي اليه الترتيب الاخر ، الا انهما تكملان بعضهما
(مبدأ التكميلية) .

هـ - الاحصاء والسببية ، او الاحتمال
والحتمية ، متناقضان يتنافى احدهما مع الاخر
بصورة مطلقة ، ولا يمكن التوفيق بينهما . وان
قوانين الميكانيك الكوانتي الاحصائية تعني الاحتمية
واللاسببية في احداث العالم الصغير

و - واجب الفيزياء ينحصر في وصف الروابط
بين الاحساسات وصفا شكليا . اما الواقع الموضوعي
الذي هو مصدر هذه الاحساسات ، وامكان معرفة
هذا الواقع فينبذ من تفكير البعض باعتباره تأملات
« غير ذات معنى » .

لنتفحص الان مدى انطباق هذه السمات
على اراء ابرز ممثلي مدرسة كوبنهاكن .

كتب يوردان P. Jordan : « الاشياء
والاحداث في العالم الكبير وحدها لها حقيقة بالمعنى
الدقيق المعتاد للكلمة . ففيها وحدها يصح القول
بوجود موضوعي وحدث موضوعي مستقل عن
المشاهد اما الكيان المرسكوبي والحدث
المرسكوبي المنفردان فيفتقدان الثبوت الموضوعي
ولا يكتسبان صفة الحقيقة التامة الا في التجارب
النادرة الاستثنائية ، حينما يولدان اثارا تشاهد
في العالم الكبير » (١) .

وقد ذهب هايزنبرك W. Heisenberg :

الى انه لا يمكن ان توجد « فيزياء موضوعية » اي انه من غير الممكن وضع حد فاصل حاسم بين الموضوعي والذاتي ، وان الفيزياء الذرية لا تعالج بنية الذرات ، بل احداثا نحس بها عند المشاهدة ، وليس من الممكن جعل عملية المشاهدة عملية موضوعية ، ولا يمكن اعتبار نتائجها شيئا واقعيا بصورة مباشرة . وقد كتب : « تنحصر مهمة الفيزياء في وصف الترابط بين الاحساسات وصفا شكليا فقط . وبامكاننا ايجاز الواقع الحقيقي كما يلي بما أن جميع التجارب تخضع لقوانين الميكانيك الكوانتي ، اصبح خطأ قانون السببية مثبتا اثباتا قاطعا » (٢) .

ومما يجلب الانتباه ان افكار هايزنبرك بهذا الخصوص خليط عجيب من افكار متناقضة ، مثالية ومادية . فهو يكتب عن الذرة مثلا : « في الجوهر نجد ان الدقيقة الاولى ليست جسيما ماديا في الفضاء والزمان ، وانما هي ، بشكل من الاشكال ، مجرد رمز تتخذ قوانين الطبيعة عند تقديمه شكلا سهلا واضحا . . . ان خبرات الفيزياء الحديثة تبين لنا انه لا وجود للذرات كاشياء جسيمية بسيطة . الا ان تقديم مفهوم الذرة يمكننا من صياغة القوانين التي تحكم المعطيات الفيزيائية والكيميائية صياغة سهلة » (٣) . ولكنه يكتب في نفس المقال : « ان الشرط

المسبق للتدخل الفعال العملي في العالم المادي والموجه لاغراض عملية هو المعرفة الواعية للقوانين الطبيعية المصاغة بـ «^(٤) رياضي » وهذه فكرة مادية تماما وكتب في مكان آخر « العلم يمثل بشكل من الاشكال ، محاولة لوصف العالم في المدى الذي يكون فيه هذا العالم مستقلا عن فكرنا وعملنا . اما حواسنا فليست سوى وسيلة محدودة الكمال ، تمكننا من اكتساب المعرفة عن العالم الموضوعي »^(٥). وهذه فكرة مادية ايضا تنسجم مع المفهوم المادي عن العالم الموضوعي .

وطالب نيلز بور N. Bohr بالكف عن وصف الاحداث الطبيعية وصفا سببيا في الفضاء والزمان ، واعتبر السببية « مكلمة » للوصف الفضازماني ، بحيث يتنافى احدهما مع الاخر . قال بور « تبعا لجوهر النظرية الكوانتية يجب علينا ان ننظر الى الوصف الفضائي الزماني ومطلب السببية ، اللذين كان اتحادهما احد المعالم الرئيسية للنظريات الكلاسيكية ، باعتبارهما شيئين « متكاملين » ولكن يتنافى احدهما مع الاخر في وصف محتوى التجارب »^(٦) . وذهب بور الى ان الميكانيك الكوانتي لا يزودنا الا بخطة للحساب تربط بطريقة احصائية (احتمالية) مجموعة من الظواهر - التي توصف كلاسيكيا - بمجموعة اخرى . ولا يستطيع المرء

ان يقول ان هناك جسما كوانتيا (الكترون مثلا)
فهذا هو مجرد اسم نشأ عن وصف الظاهرة .

اما ماكس بورن M. Born : وهو أحد
مؤسسي الميكانيك الكوانتي وصاحب التفسير
الاحصائي ، فكان رغم اتصاله الوثيق بممثلي مدرسة
كوبنهاغن ، الى حد بعيد معارضا للاتجاه الفلسفي
الوضعي فيها ، ومدافعا الى حد بعيد عن المادية في
تفسير الفيزياء الحديثة . فقد كتب عن الوضعية :
« الوضعية بمعناها الدقيق تنكر واقعية العالم
الخارجي الموضوعي ، او انها على الاقل تنكر امكانية
قول شيء عن هذا العالم . وقد يظن انه لا يوجد احد
من الفيزيائيين من يؤمن بهذه الاراء ، ولكن الحقيقة
انه يوجد عدد منهم كذلك ، بل اصبحت هذه
الفلسفة هي المودة الشائعة بينهم ... ان الوضعية
المتطرفة التي لا تعترف بغير الاحاسيس كحقيقة ،
وتعتبر كل ما عداها تراكيبا لربط هذه الاحاسيس
ربطاً منطقياً ، لا تعدو عن كونها فلسفة تتناقض بصورة
واضحة مع الفلسفة التي تستهدف تعميم الحقائق .
انها فلسفة ذاتية بدرجة عالية » (٧) .

رفض بورن الحتمية ولكنه اعترف بالسببية .
فقد كتب يقول « يبدو لي الان ان المساواة بين
الحتمية والسببية يؤدي الى الخطأ » (٨) و « ان
الميكانيك الكوانتي الجديد لا يسمح بتفسير حتمي .

ولكن بما ان الفيزياء الكلاسيكية قد ساوت بين السببية والحتمية ، بدا وكان اللحظة الاخيرة للتفسير السببي للطبيعة قد حلت . انى لا اشاطر هذا الرأي ... ان الفهم الميكانيكي الحتمي قد اتى بفلسفة تفض عينها عن الحقائق التجريبية الواضحة . غير ان فلسفة اخرى لا تقتصر على رفض الحتمية ، بل ترفض اية سببية ايضا ، تبدو لي كذلك حمقاء «(٩)» . و « ان الذي يجب رفضه حقا هو حتمية الفيزياء الكلاسيكية ... والمفهوم الساذج للواقع ، الذي يذهب في ادراكه لدقائق الفيزياء الذرية كما لو كانت هذه حبات رمل صغيرة جدا » (١٠) .

علاوة على ذلك فبورن يرى ان الموديلات (النماذج) والصور الفيزيائية والفرضيات ليست نتاجا للتخيل الحر ، بل لها محتوى موضوعي و « تمثل اشياء حقيقية » .

ويعتقد بورن ان علم الطبيعة يبحث في احداث موجودة وجودا موضوعيا حقيقيا ، وان الاحساسات والملاحظات هي دلائل لعالم خارجي .

وان ثنائية الدقيقة - الموجهة ليست دليلا ضد اي منهما بل تكشف عن البنية المعقدة للعالم الفيزيائي الموضوعي ، وان الدقائق والامواج ليست خلقا فكريا بل انها موجودة في الواقع . وان الباحث الذي يقوم بتجربة لا يقف موقف

المتفرج منها ، بل يؤثر على الحدث الذي يريد
فحصه . هنا يلتقي بورن بعض الالتقاء بتيار
كوبنهاكن الوضعي .

لقد وقف العديد من الفيزيائيين ضد الاتجاه
الوضعي لمدرسة كوبنهاكن في تفسير الميكانيك
الكوانتي . وبالرغم من ان غالبية الفيزيائيين قد
قبلت بالتفسير الاحصائي للدالة الموجية ، الا ان
بعضهم لم يكتف به ، وراى فيه تفسيراً اجمالياً ،
يجب ان يحل محله تفسير حتمي صارم . وكان
اينشتاين على راس معارضي مدرسة كوبنهاكن .

لم يرفض اينشتاين الميكانيك الكوانتي رفضاً
قاطعاً ، بل كان يعتبره من انجح النظريات الفيزيائية
في هذا العصر ، وقد اعترف باهميته في تفسير
المسائل الفيزيائية المرتبطة بشئانية الدقيقة - الموجة
واكد على نجاحه في مجالات مختلفة من الفيزياء .
وكتب قبل وفاته بقليل « انني اعترف اعترافاً كاملاً
بالتقدم الهام جداً الذي اتمت به النظرية الكوانتية
الاحصائية للفيزياء النظرية ... ان العلاقات
الشكلية المحتواة في هذه النظرية - اي صياغتها
الرياضية - يجب ان تحتويها اية نظرية مفيدة مقبلة
بشكل نتائج منطقية» (١١) وقد كان اينشتاين
ينظر الى علاقة اللادقة لهايزنبرك باعتبارها حقيقة
« ثبتت صحتها بصورة نهائية » (١٢) .

غير انه كان من الناحية الاخرى لا يرى في الدالة الموجية وصفا كاملا لدقيقة مفردة ، بل لمجموعة ، ولهذا السبب نشأت - حسب رأيه - الصفة الاحصائية للميكانيك الكوانتي . وكان اينشتاين يرى ان الاحصاء لا يصح ان يكون اساسا لتطور الفيزياء ، واعتقد بإمكان ايجاد نظرية تستطيع التعبير عن حركة جسم منفرد بواسطة دالة متصلة فضائيا وزمانيا ، في الوقت الذي كان يرى ممثلو مدرسة كوبنهاغن في النظرية الكوانتية الاحصائية حلا نهائيا للمشاكل الفيزيائية في الحقل الدري . ولم ير اينشتاين سببا يدعو الى الاعتقاد بأن قاعدة الفيزياء ستبنى في المستقبل على الاحصاء . واعتقد ان هذه النظرية لا تقدم منطلقا مفيدا لتطور الفيزياء اللاحق .

يرى اينشتاين في الاحتمال الذي تتضمنه النظرية الكوانتية الاحصائية شيئا يتعارض مع الخضوع للقانون ويتنافى معه . فقد كتب الى ماكس بورن مرة « لقد تطورنا في عملنا العلمي حتى اصبحنا نقيضين . انت تؤمن باله يلعب النرد وانا اؤمن بوجود موضوعي في العالم خاضع للقوانين اسمى لاكتشافه . . ان النجاحات الاولى للنظرية الكوانتية ليس باستطاعتها ان تقودني الى الايمان اساسا بلعبة النرد » (١٢) .

لاينشتاين ماثرة كبيرة في الفكر العلمي ، وهي كفاحه ضد الاتجاه الوضعي الذي ساد في مدرسة كوبنهاكن ، وبذلك وقف بجانب الاتجاه العلمي المادي في تفسير قوانين الفيزياء . وقد كتب بهذا الخصوص : « تقوم في بدء تفكري موضوعة يرفضها معظم النظريين المعاصرين ، وهي انه هناك شيء مثل (الحالة الواقعية) لسستم فيزيائي ، يوجد موضوعيا ومستقلا عن كل مشاهدة او قياس ، ويمكن وصفه مبدئيا بواسطة التعابير الفيزيائية » (١٤) ومن الواضح ان مفهوم « الحالة الواقعية » لدى اينشتاين هنا يطابق مفهوم « المادة » في الفلسفة المادية ، حيث تعرف بكونها الواقع الموضوعي الذي يوجد خارج الوعي ومستقلا عنه . ويؤيد الاتجاه الفلسفي المادي لدى اينشتاين مقولته التي اوردناها قبل قليل ، اذ جاء فيها « انا اؤمن بوجود موضوعي في العالم خاضع للقوانين اسمى لاكتشافه » . اي ان اينشتاين لا يقتصر على الاعتراف بوجود المادة موضوعيا ، بل يعترف ايضا ان حركة المادة خاضعة لقوانين موضوعية ، وان الانسان يستطيع اكتشاف تلك القوانين . وقد كتب ضد التيار الوضعي صراحة ، قائلا : « ان ما لا يعجبني ... هو الموقف الوضعي الذي لا يستطيع الصمود ، والذي يظهر لي مطابقا لمقولة بركلي : الوجود هو ما يحس به » (١٥) .

يجب التنويه هنا بأن عدداً غير قليل من كبار الفيزيائيين ، إضافة لاينشتاين ، وقف ضد تفسير مدرسة كوبنهاغن للميكانيك الكوانتي ، وضد الاتجاه الفلسفي الوضعي السائد فيها ، منهم بلانك ودي بروغلي و ترلتسكي وبوم وفيجبييه . وقد حاول دي بروغلي مع بوم وفيجبييه التوصل الى وصف حركة الدقيقة المفردة بافتراض وجود « عوامل خافية » . وحاول بوم ، على النقيض من شرودنكر ، تفسير الميكانيك الكوانتي باجمعه على اساس التصور الدائقي الاعتيادي .

الفصل الخامس

المسائل الفلسفية في نظرية النسبية

نظرية النسبية

نظرية النسبية نظرية فيزيائية عن الرابطة بين الفضاء والزمان والحركة (النسبية الخاصة ١٩٠٥)، واعتماد البنية الهندسية للفضاء على توزيع المادة في الكون كنظرية للجاذبية (النسبية العامة - ١٩١٥)

كان فشل تجربة مايكلسون - مورلي ، التي اريد بها قياس سرعة الارض المطلقة في « الاثير الساكن » منطلقا للفيزيائي الهولندي لورنتس لوضع

التحويلات المعروفة باسمه (تحويلات لورنتس) التي حاول بها ان يفسر فشل هذه التجربة بتقلص اطوال الاجسام باتجاه حركتها (تقلص لورنتس - فتزجرالد) وبالتالي ثبات سرعة الضوء عند قياسها من اي مرجع قصوري وكان ذلك في الجوهر محاولة من لورنتس لتفسير نتيجة التجربة مع المحافظة على اسس الميكانيك الكلاسيكي وفكرة الاثير .

اما اينشتاين فقد افترض - في النسبية الخاصة - ثبات سرعة الضوء افتراضا ، وعمم مبدأ

النسبية الغاليلي الكلاسيكي (القائل بأن قوانين الميكانيك تبقى هي هي في جميع المراجع القصورية) بحيث اصبح يشمل جميع قوانين الفيزياء واستنتج من هاتين الفرضيتين استنتاجات لم تكن ممكنة من وجهة نظر الميكانيك الكلاسيكي (نسبة المسافة والزمن وآنية الاحداث ، وعلاقة الكتلة بالسرعة ، وعلاقة الكتلة بالطاقة) وقد حققت جميع هذه الاستنتاجات - التنبؤات - علميا التحولات النووية (القنبلة الذرية والمفاعلات ..) ، وسلوك الدقائق في المعجلات الكبيرة ، وقياس عمر الميزونات ، ...

كانت نظرية النسبية الخاصة نфия جديلا ميكانيك نيوتن الكلاسيكي ، لانها ، اذ حلت محله ، حافظت عليه كحالة خاصة حدية للاجسام التي تتحرك بسرع بطيئة جدا بالمقارنة مع سرعة الضوء ، ووسعت مجال عمل تحويلات لورنتس التي كانت بالاصل تصح على الالكتروديناميك فقط ، فأصبحت تشمل جميع حقول الفيزياء .

واذ عمم اينشتاين مبدا النسبية الغاليلي نشأت مسألة ما اذا يمكن تعميم هذا المبدأ تعميما اوسع بحيث لا يبقى مقتصرا على المراجع القصورية، بل يصح على اي مرجع مهما كان نوع حركته . وكانت هذه المسألة منطلقا لعمل اينشتاين لاقامة

نظرية النسبية العامة . وقد نجحت هذه النظرية في تفسير الظواهر الفلكية الدقيقة التي لا يمكن تفسيرها حسب الميكانيك الكلاسيكي (انحناء شعاع الضوء في المجال الجاذبي ، دوران فلك عطارد ، الازاحة الحرارية) واصبحت تعتبر نظرية عامة للجاذبية . واهم انجازاتها النظرية هو اثباتها الحقيقة المعروفة تجريبيا عن تكافؤ الكتلة القصورية والكتلة التجاذبية (التثاقلية) . كما يمكن اشتقاق قانون نيوتن للجاذبية وقوانين نيوتن للحركة منها كحالات حدية خاصة . اما الاستنتاجات الكوسمولوجية التي يمكن اشتقاقها من نظرية النسبية العامة فكلها الان افتراضية (مثلا هل الكون نهائي او لا نهائي) ، ولا يمكن استنتاجها الا باضافة فرضيات اخرى على هذه النظرية .

يقوم الميكانيك الكلاسيكي ونظرية النسبية الخاصة والعامة بالنسبة لبعضها كحقائق نسبة مختلفة الدرجة ، وتنفي بعضها بعضا جدليا فالميكانيك الكلاسيكي حقيقة نسبية تعكس جوانب معينة من الواقع الموضوعي بصورة صحيحة ، الا انه ينفي من قبل النظرية النسبية الخاصة في الاحداث التي تشتمل على سرع كبيرة تقارب سرعة الضوء . والنسبية الخاصة نفسها حقيقة نسبية تصح في الاماكن التي يمكن اهمال الجاذبية فيها . فاذا اخذت

المجالات الجاذبية بعين الاعتبار ، نفيت النسبية الخاصة بواسطة النسبية العامة .

من الجوانب الفلسفية لنظرية النسبية انها تفند الاراء « الاصطلاحية » عن جوهر الهندسة ، وتبين جذورها المادية فمسألة مدى صحة الهندسة ، اي مدى انطباقها على الواقع الموضوعي (لا مسألة امكان وضع بديهيات واشتقاق نظام متسق من المفاهيم منها خال من التناقض) قد سلمت للفيزياء اذا جاز التعبير : وبكلمة اخرى ان نظرية النسبية العامة جعلت هندسة الفضاء تتحدد بواسطة الواقع الفيزيائي . وبهذا فلا مكان للافكار الذاتية في هذا الميدان .

ان تسمية هذه النظرية بـ « نظرية النسبية » لا تعكس الا جانباً واحداً من فحواها : نسبة الفضاء والزمان والكتلة . . مما لم يمكن التفكير به كلاسيكياً . اما الجانب الآخر ، وهو اشمل واعم ، فيعبر عن العلاقة بين المفاهيم ، المقادير ، الفيزيائية المعنية ، وهي علاقة مطلقة مستقلة عن المشاهد وحركته (مطلب بقاء قوانين الفيزياء هي هي في مختلف المراجع) .

اصبحت نظرية النسبية وسيلة مفضلة لدى البعض لتبرير الاتجاهات المثالية والذاتية . فقد

اسند اليها الزعم بأن كل شيء يعتمد على وجهة نظر المشاهد ، او على القياس . غير ان الجانب الذاتي هنا لا يلعب في الواقع أي دور ، لان الذات (الشخص المشاهد) يمكن ان يستعاض عنها بجهاز تسجيل دون ان تتغير النتيجة .

وحاولت الوضعية ان تسجل لها ماثرة في نبد النسبية الخاصة لفكرة الاثير ، باعتبار ان مقولتها « ما لا يشاهد ليس له وجود » قد تحققت ، والاثير لم يشاهد . غير ان هذه الجملة تصح حينما تعكس أي « لا يشاهد ما ليس له وجود » فاينشتاين لم يعتبر شيئا لم يستطع مشاهدته كشيء غير موجود ، بل ان هذا الشيء (الاثير) كان وجوده افتراضيا محضا ومشكوكا فيه .

ويحاول بعض آخر . « اختراع » تفسير غيبي ظلامي ، للمتصل الفضازماني رباعي الابعاد في النسبية الخاصة ، حيث يسمي هذا المتصل عن عمد « فضاء » رباعي الابعاد ، يحل في البعد الرابع منه ملكوت الارواح والجن .

وينتشر في الفلسفة البرجوازية المعاصرة الراي (ف . فرانك) القائل بأن نظرية النسبية يمكن ان تفسر ماديا ومثاليا على السواء . غير ان هذا القول

خاطيء لان نظرية النسبية تستهدف دراسة الفضاء والزمان والكتلة والطاقة وعلاقتها بالمادة والحركة وهذه لا يمكن ان تفسر مثاليا ، ونتائج نظرية النسبية تناقض جميع الموضوعات المثالية عن الفضاء والزمان وعلاقتها ، وتؤيد الاراء الفلسفية المادية .

نتج من نظرية النسبية ايضا بعض النتائج المبدئية بخصوص السببية ، وذلك انطلاقا من نهائية سرعة الضوء ، أي : اذا كان هناك حد أعلى للسرعة المادية فلا يمكن ان يمارس كل شيء على كل شيء تأثيرا بصورة مطلقة ، وهذا كما يصوره «مخروط الضوء» ، لا يكون ممكنا الا داخل المخروط الامامي . لذلك توجد رابطة اساسية بين البنية الفضازمانية لاجزاء الكون وبنيتها السببية .

الفضاء والزمان

١ - فيزيائيا :

الفضاء متصل ثلاثي الابعاد : فهو متصل لانه يوجد لكل نقطة فيه عدد غير محدود من النقاط المجاورة التي يمكن ان تقترب منها ما شاء المرء . وهو ثلاثي الابعاد لان موقع اية نقطة فيه تتحدد بثلاثة احداثيات x, y, z .

عند البحث في مسألة الفضاء يحدث أحيانا خلط بين الفضاء الفيزيائي ومختلف الفضاءات الرياضية التي تجدد لها استعمالات في الفيزياء الحديثة . فهناك مثلا فضاء الطور Phase Space (في الفيزياء الاحصائية والثرموديناميك) وفضاء هلبرت (الميكانيك الكوانتي) والفضاء الايسوتوبي (الفيزياء النووية) ، الخ . هذه الفضاءات التجريدية التي تلعب دورا هاما في الفيزياء الحديثة لها خواص رياضية تشترك فيها مع الفضاء الفيزيائي .

الفضاء والزمان في نظرية النسبية الخاصة :

الفضاء في النسبية الخاصة ليس مطلقا ، أي ليس مستقلا عن المرجع . وكذلك الزمان فهو ليس مستقلا عن المرجع ايضا . وهكذا يصح القول ان النسبية الخاصة قد ازالَت الفضاء المطلق ، تماما كما يقال انها الغت « الاثير » من معجم الفيزياء . فعند الانتقال من مرجع قصوري الى مرجع قصوري اخر لا يتغير الفضاء وحده بل الزمان ايضا . ومعادلات التحويل التي تطبق هنا هي معادلات لورنتس . وتعطي هذه التحويلات فكرة عن ارتباط الزمان والفضاء ببعضهما ، يتجلى هذا الامر بوضوح اكثر حينما ننظر الى المعادلة الخاصة بتحويل الزمن :

$$t' = \frac{t - vx/c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

فهنا نجد ان الزمن يعتمد على السرعة النسبية للمرجعين وعلى المسافة بينهما . كما يتجلى ارتباط الزمان بالفضاء في النسبية الخاصة في مسألة « التوافق » . فالفارق الزمني هنا ايضا يعتمد على السرعة النسبية للمرجعين وعلى المسافة بين موضعي الحادثتين

$$\Delta t = \frac{v(x_1 - x_2)/c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

لهذا فالفضاء والزمان في النسبية الخاصة متصل « فضاءزماني » رباعي الابعاد يكون فيه الفضاء والزمان غير قابلين للفصل موضوعيا .

« عالم » منكوفسكي رباعي الابعاد :

دعى منكوفسكي Minkowski

المتصل الفضاءزماني رباعي الابعاد الذي تجرى فيه الاحداث الفيزيائية « عالما » والحدث الذي يتم في نقطة من نقاطه « نقطة العالم » . فنقطة العالم هذه تطابق نقطة في فضاء ثلاثي الابعاد ولحظة زمنية معينة . وكل جاذئة في عالم منكوفسكي تحدد بأربعة احداثيات ، ثلاثة منها فضائية x, y, z وواحد منها زماني t وقد ادرك منكوفسكي ان «العالم» رباعي الابعاد شبيه في خواصه «الشكلية»

بالفضاء الهندسي الاقليدي ثلاثي الابعاد . هذا الشبه يكمن في عدم تغير invariance ، او ثبات ، العبارة الرياضية الخاصة بالمسافة في هندسة اقليدس بالنسبة لانتقال ودوران محاور الاحداثيات :

$$s^2 = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2$$

وثبات العبارة الرياضية في النسبية الخاصة بالنسبة لتحويلات لورنتس :

$$s^2 = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2$$

والمقدار الاخير في هذه المعادلة يقصد به ما يلي :

$$x_4^2 = - c^2 t^2$$

$$x_4 = \quad \text{و} \quad (i = \sqrt{-1})$$

فالكمية الخيالية ict تمثل الاحداثي الزمني للحادثة . وهنا يكتب احداثي الزمن نفس اهمية اي من الاحداثيات الفضائية وتسمى الكمية s « مسافة » بين حادثتين في «العالم» رباعي الابعاد . ان كون احداثي الزمن في المتصل الرباعي خياليا يعبر عن حقيقة ان لاحداثي الزمن خواصا تختلف نوعيا عن خواص الاحداثيات الفضائية الثلاثة والمتصل الفضازماني رباعي الابعاد في نظرية النسبية الخاصة ليست له مقاييس اقليدية ، ولهذا ينعت بكونه « اقليديا زائفا » pseudo-euclidian ولهذا السبب لا يمكن

النظر الى عالم منكوفسكي كفضاء رباعي اقليدي
(باحداثيه الخيالي للزمن) الا من الناحية الشكلية
فقط ان تحويلات لورنتس تطابق دورانا لنظام
الاحداثيات في عالم منكوفسكي الرباعي

عالم منكوفسكي منسجم homogeneous
وايسوتروب isotropic فكل نقطة فيه
تشابه النقطة الاخرى ، وكل اتجاه فيه يكافئ الاتجاه
الاخر

ان الانسجام والايسوتروبي - وهي خواص
تناظرية يتمتع بها الفضاء زمان - ترتبط ارتباطا
وثيقا بقوانين الحفظ في الفيزياء . فمن تناظر الفضاء زمان
الفيزياوي تستنتج قوانين الحفظ هذه . وكل قانون
من قوانين الحفظ يستلزم دائما نوعا من التناظر

ان حفظ الزخم يعني انسجام الفضاء ، وحفظ
الطاقة يعني انسجام الزمان . هذان القانونان لحفظ
الطاقة والزخم يندغمان في قانون واحد هو قانون حفظ
فكتور الطاقة - الزخم رباعي الابعاد . ومن هنا اتى
انسجام الفضاء زمان (عالم منكوفسكي) في نظرية
النسبية الخاصة .

الفضاء والزمان في نظرية النسبية العامة :

نظرية النسبية العامة نظرية فيزيائية للفضازمان غير المنسجم ، ومتصل الفضازمان في هذه النظرية غير اقليدي .

صفات الفضاء حسب نظرية النسبية العامة ليست مستقلة بذاتها ، بل انها مشروطة بالمادة فالمادة تحدد البنية الهندسية للمتصل الفضازماني كما تحدد البنية الهندسية للفضازمان حركة الاجسام والمجالات هذه الحقيقة تبين الفرق بين النسبية العامة والخاصة ، حيث بنية الفضازمان في النسبية الخاصة مستقلة تماما عن المحتوى المادي .

ولهذا السبب لا يمكن تحديد وتعريف زمان كوني في النسبية العامة بصورة مطلقة غير مشروطة . وهذا هو فرق مهم اخر بين النسبية العامة والنسبية الخاصة . « في كل مجال جاذبي قد تبطئ الساعة او تسرع تبعا للنقطة التي تكون فيها الساعة ساكنة . ان تعريفا معقولا للزمن بمساعدة ساعات ساكنة بالنسبة للمرجع يصبح لذلك غير ممكن . وتنشأ صعوبة مماثلة حينما نحاول هنا تطبيق تعريفنا القديم عن التوافق » (١) .

ان مخروطي الضوء في نظرية النسبية العامة ليسا متناظرين بالنسبة للماضي والمستقبل في المدى الواسع وهذا يعني ان بنية الفضازمان تتصف باللاتناظر العام بالنسبة للماضي والمستقبل ، وهذا اللاتناظر قد يستفاد منه لتعريف اتجاه الزمان .

من الممكن تلخيص فكرة الفضاء والزمان في نظرية النسبية العامة لاينشتاين كما يلي :

الفضاء والزمان يمارسان تأثيرا على الاجسام ، ويعانيان تأثيرا من الاجسام . يندغم الفضاء والزمان في متصل فضازماني رباعي الابعاد ، يمكن ان ينعت بكونه منسجما في المجالات الصغيرة جدا ، اما في المدى الواسع فهو بسبب انحنائه غير منسجم ، ويحدد انحناء المتصل الفضازماني بواسطة المادة .

من المفيد في هذا الموضع ان نقارن بين خواص الفضاء في النسبية الخاصة وخواصه في النسبية العامة ملخصة بكلمات اينشتاين : «حسب الميكانيك الكلاسيكي وجسب نظرية النسبية الخاصة يحوز الفضاء (الفضازمان) وجودا ذاتيا مستقلا عن المادة او المجال ومن اجل ان نستطيع وصف مالم يء الفضاء ... ينبغي ان نفترض مقدما ان الفضازمان او المرجع القصوربي موجود اصلا بصفاته الهندسية ... اما حسب نظرية النسبية العامة فليس للفضاء

وجود خاص مقابل ماليء الفضاء ... فإذا افترض زوال المجال الجاذبي فلا يبقى فضاء كفضاء منكوفسكي ، بل لا شيء أبداً ان فضاء خاليا ، أي فضاء دون مجال ، ليس له وجود « (٢) » .

فالفكرة الأساسية في النسبية العامة هي ان كل الاجسام والمجالات اللامتريكية (غير الهندسية) تحدد البنية الهندسية للفضازمان ، وجميع المجالات الفيزيائية تتأثر بدورها بالمجال الجاذبي ، أي بالبنية الهندسية للفضازمان غير ان تأثير الاجسام والمجالات الفيزيائية بالمجال الجاذبي في نظرية النسبية العامة لا يذهب الى حد ان الاجسام والمجالات الفيزيائية غير الجاذبية تفقد شخصيتها وتصبح نتاجا للمجال الجاذبي ، بالرغم من ارتباط هذا بها وتأثيره عليها . ففي هذه النظرية يبقى كل من الكميات الفيزيائية والهندسية قائما بذاته ، وتعتبر عن هذه الحقيقة معادلات المجال الواردة في هذه النظرية :

$$R_{,A} - \frac{1}{2} g_{,A} R = - \Lambda T_{,A}$$

فالطرف الايمن من هذه المعادلة يمثل كثافة الطاقة والزخم والجهد لكل المجالات والاجسام الفيزيائية التي هي هندسية بطبيعتها . اما الطرف الايسر فيحتوي التنسور الاساسي المتريكي ومشتقاته ، وهو يعبر عن المجال الجاذبي وعن البنية الهندسية للمتصل الفضازماني

الفضاء والمادة في نظرية المجال الموحد والجيومترو ديناميك

ان ظهور كميات فيزيائية الى جانب الكميات الهندسية في معادلات اينشتاين للمجال في نظرية النسبية العامة تبين ان هذه النظرية ليست نظرية هندسية صرفة . وقد كان اينشتاين نفسه يعتقد ان نظريات المجال الراهنة غير وافية ، لان قوانين المجال تصف الفضاء المحيط بمصدر المجال وتفشل في وصف المصدر نفسه (الشحنة الكهربائية بالنسبة للمجال الكهربائي ، والكتلة بالنسبة للمجال الجاذبي مثلا) . وذهب الى ان هذا الوضع مرتبط بشائبة الدقيقة - المجال السائدة في الفيزياء . وايماننا منه بضرورة التغلب على هذه الشائبة ، ذهب اينشتاين الى وجوب خلق فيزياء مجالية خالصة ، اي وضع نظرية تصح معادلاتها على المجال وعلى مصدره على السواء ، معتبرا المصدر (الشحنة والكتلة) منطقة يتكشف فيها هذا المجال . وبهذا اراد ان يبني كل الفيزياء على مفهوم واحد هو مفهوم المجال ، بحيث ان هذا يشمل كافة المجالات الكهربائية المغناطيسية والجاذبية ، كما يشمل مصادرها ايضا . وبهذا يستطيع تفسير جميع الظواهر والعمليات الفيزيائية بنظرية واحدة (نظرية المجال الموحد بدل نظريتين

او اكثر ، وبهذا يقضي على ثنائية الدقيقة – المجال
باسقاط فكرة الدقيقة ، واعتبار ان هذا المجال هو
الواقع الفيزياوي الوحيد في الطبيعة ، وبهذا يقضي
ايضا على التناقض بين المتقطع discontinuous
(الشحنة ، الكتلة) والمتصل continuous
(المجال) لصالح الاخير .

تصل جهود اينشتاين لانشاء نظرية المجال
الموحد – باعتبارها نظرية مجال صرف – بالجهود
التي يبذلها بعض الفيزيائيين النظريين لانشاء نظرية
فيزياوية تعتمد على الهندسة فقط
(الجيو مترو ديناميك). والجيو مترو ديناميك محاولة
نظرية فحواها ان العمليات الفيزياوية لا تعدو عن
كونها تغيرات في بنية المتصل الفضازماني او في
هندسته فهي تستخدم الهندسة وتغيراتها مع
الزمن في تفسير الظواهر الطبيعية كالجاذبية
والكهربائية المغناطيسية والكتلة والشحنة والدقائق
الاولية . وهي ليست بالنظرية المتكاملة بعد ، بل
هي نظام من الافكار لمنهاج يرمي الى انشاء نظرية .

كتب ويلر – وهو من ابرز المشتغلين بهذه
النظرية : « المادة حالة تهيج لهندسة ديناميكية » (٢) .
ويقصد ويلر بالمادة هنا مصدر المجال . وكتب ويلر
ومزرنر عن وحدة الفيزياء والهندسة ، والفرق بين

الجيومترو ديناميك والنظريات الفيزيائية الاخرى :
» هناك فكرتان عن الفيزياء تناقض احدهما الاخرى ،
وهما :

١ - ان المتصل الفضائمان يخدم كمسرح
فقط لنشاط الدقائق والمجالات وان هذه الجواهر
(الدقائق والمجالات - م) غريبة عن الهندسة ،
ويجب ان تضاف الى الهندسة لكي تصبح ممارسة
الفيزياء ممكنة .

٢ - لا يوجد في العالم سوى الفضاء الفارغ
المحدب . اما المادة والشحنة الكهربائية المغناطيسية
والمجالات الاخرى فهي مظاهر لتحذب الفضاء
الفيزياء هندسة « (٤)

ان نظرية المجال الموحد والجيومترو ديناميك
يفترضان ان المحتوى الفيزيائي للفضائمان يتماثل
مع بنيت الهندسية ، اي انه يمكن اختزال كل
الفيزياء الى هندسة الفضائمان . وبدلا من العلاقات
بين الاجسام الفيزيائية في الفضائمان تحول في
الجيومترو ديناميك علاقات بين هذه البنى الهندسية .
ان مقولة نظري الجيومتروديناميك : « الفضاء هو
الواقع الوحيد » يمكن ان تفسر بان الاحداث
الفيزيائية تظهر ببنى هندسية ويعبر عنها بهذه
البنى « ومقولة : « الفيزياء هندسة » تفسر باننا

نستطيع دراسة العمليات الفيزيائية بدراسة البنى الهندسية للفضازمان ، وذلك على اساس العلاقة الموضوعية بين العمليات الفيزيائية والبنى الهندسية بهذا المعنى لا يمكن النظر الى محاولة الفيزيائيين النظريين الذين يسعون لاقامة الجيومتروديناميك وكأنهم متأثرون في مسعاهم بأحد تيارات الفلسفة المثالية، وليس في الجيومتروديناميك ما يشير الى هذا ابدا ، ان الجيومتروديناميك محاولة فيزيائية نظرية جديدة تنسجم مع النظرية الفلسفية القائلة بوحدة العالم المادية ، بصرف النظر عما سيصيب هذه المحاولة من نجاح او فشل .

ب - فلسفيا :

يرتبط الفضاء والزمان دائما بالمادة ولهذا فلا وجود لفضاء مطلق مستقل عن المادة ، كما لا وجود للزمان المطلق والمادة لا يمكن ان توجد ولا ان تتحرك الا في الفضاء والزمان .

احتوت « اصول هندسة اقليدس » اول تنظيم وتعميم لكافة المعلومات الهندسية في العالم القديم . والفضاء الذي يوصف بتلك الهندسة ، التي تطابق الخبر الانسانية اليومية ، يسمى فضاء اقليديا .

نجد اهم الافكار الفلسفية القديمة عن الفضاء

والزمان لدى ديمقريط وارسطو فمن ذرية ديمقريط ينتج الاعتراف بالوجود الموضوعي للفضاء والزمان « فالفضاء هو الفراغ الذي تتحرك فيه الذرات ، وهو شرط ضروري لحركتها . ومما يؤثر عن ديمقريط قوله « لا يوجد في الكون غير الذرات والفراغ » . اما الزمان فيوجد بالارتباط مع الحركة ، رغم انه لا يرتبط بالذرات ارتباطا مباشرا وقد ذهب ديمقريط الى ان الفضاء لا نهائي والزمان ابدى . وتبعاً لارسطو يوجد الفضاء موضوعيا ، اما الزمان ، فمع انه يرتبط بالحركة ارتباطا وثيقا ، اي ان له اساسا موضوعيا ، الا انه يوجد ك « عدد للحركة » لا يوجد بدون الروح ، لان هذه وحدها هي التي تستطيع ان تمتد ! وذهب ارسطو الى ان الفضاء الكوني محدود ، والزمان يجري بانتظام واستمرار . غير انه انكر وجود الفضاء الفارغ ، لان قابلية المادة على التجزئة - حسب رايه - لا نهائية ، و « الطبيعة تكره الفراغ » .

وكان الفضاء في العصور الوسطى متناهيًا محدودًا

اما في العصور الحديثة ، وابتداء من كوبرنيك فقد اصبح الفضاء لا نهائيا وفي الزمن التالي وقعت التصورات القديمة في تناقض حاد مع الفهم العلمي للفضاء والزمان ، الذي يعتمد على اكتشافات

علم الطبيعة ، خاصة الميكانيك والفلك . وقد وقف برونو وغاليليو ضد تعاليم ارسطو والكنيسة ، ودافعا عن فكرة لا نهائية الكون . وكان « مبدأ النسبية » الذي صاغه غاليليو ذا اهمية كبيرة ، اذ ثبت فيه انسجام الفضاء والزمان في جريان الاحداث الميكانيكية في اي مرجع قصوري .

وطور ديكارت في فيزيائه مفهوما جديدا للفضاء فقد ساوى بين المادة والفضاء ، وجعل الامتداد صفة اساسية له ، واختزله الى دقائق مادية صغرى - وربما كان تصور ديكارت هذا سابقا ومطابقا الى حد لتصور الاثير في القرن التاسع عشر . اما الزمان فكان بالنسبة له نمطا للتفكير صفته الرئيسية الاستمرار . وكان الامتداد عنده ، كخاصية عامة لجميع الاجسام ، ومعها الفضاء ، موضوعيا ، اما الزمان كنمط للتفكير فكان غير موضوعي

اكتسبت تصورات الميكانيك الكلاسيكي عن الفضاء والزمان بواسطة فيوتن تعميمها وشكلها النهائي . فتبعاً لنيتون يوجد الفضاء والزمان وجودا حقيقيا موضوعيا ، ولهما بنية مطلقة ، اي انهما يوجدان بالاستقلال عن المادة المتحركة ، وعن بعضهما البعض . وقد صور الفضاء وكأنه وعاء فارغ منسجم لا نهائي تجرى فيه العمليات

الطبيعية ، وهو ثلاثي الإبعاد لا يحوز على صفات
فيزياوية ، انما له صفات هندسية - اقليدية -
فقط اما الزمان فهو منسجم ويجرى باتجاه
واحد .

اعتراض المادي الانكليزي تولاند Toland

على فصل الفضاء والزمان عن المادة المتحركة
وادرك لايبنتز ان الصفة المطلقة للفضاء والزمان هي
نقطة الضعف الرئيسية في تفكير نيوتن المادي
الميكانيكي ، وذهب الى ان الفضاء والزمان علاقات
ترتيب بين اشياء وعمليات موجودة مع بعضها ، او
تتابع احداها الاخرى . وهذا يعني ان الفضاء
والزمان عند لايبنتز مرتبطان بالمادة وليس لهما
واقع مطلق مستقل عنها . ولكن بما ان المادة عند
لايبنتز لا تعدو عن كونها « وجودا اخر للروح » و
« رباطا مهما » يمسك بالمونادات ، وان المونادات
ليس لها الا وجود روحي ، ينتهي رفضه المبدئي
للصفة المطلقة للفضاء والزمان بنكران مثالي
لوجودهما الحقيقي الموضوعي . فالفضاء والزمان
عند لايبنتز اخيرا احساسات ذاتية ، رغم انهما
يطابقان ترتيبا موضوعيا للاشياء في العالم الشيء
بجانب الاخر او الشيء بعد الاخر .

وكان الفضاء والزمان عند بركلي شكلين
للاحساس الذاتي .

هذا الفهم المثالي الذاتي للفضاء والزمان يجد
له تعبيرا متطورا لدى كانت . فقد ذهب كانت الى ان
« الفضاء والزمان تصورات قبلية ، تصاحبنا
كاشكال عقلية قبل ان يبعث هذا التصور شيء
حقيقي خلال الاحساس » (٥) . وان « الفضاء ليس
مفهوما تجريبيا يكتسب من خبر خارجية ... بل
الفضاء تصور ضروري ، قبلي ، تستند عليه جميع
نظراتنا الخارجية » (٦) . وان الزمان « ليس سوى
شكل للعقل الداخلي ، أي النظر الى نفسنا والى
حالتنا الداخلية » (٧) . لقد كان الفضاء الفيزيائي
لدى كانت لا نهائيا ، غير محدود ، ثابتا ، متصلا ،
اقليديا ثلاثي الابعاد ، منسجما ، متشابه الاتجاهات .
وكان الزمان لديه ايضا لا نهائيا ، غير محدود ،
متصلا ، منسجما ، الا انه ذو بعد واحد .

ان النتائج التي توصلت اليها نظرية النسبية
العامة في ان الفضاء الكوني لا اقليدي وغير منسجم
هي تفنيد للصفات « القبلية » التي ارادها كانت
للفضاء . وكانت الهندسات اللاقليدية اول الامر
(في القرن التاسع عشر) مجرد امكانيات فكرية
خالية من التناقض ، ثم وجدت لها تطبيقا في القرن

العشرين - في نظرية النسبية العامة . وتكمن
الاهمية الفلسفية للهندسات الاقليدية في انها
برهنت على ان طريقة التفكير الهندسي الاقليدي
ليست ضرورية دائما . وكان من ابرز علماء الطبيعة
الذين انتقدوا التصور الاقليدي للفضاء كاوس
Gauss وهلمهولتز Helmholtz واينشتاين .

اما في فلسفة هيجل فكان الفضاء والزمان نتاج
« الفكرة المطلقة » خلقتهما في مرحلة من مراحل
تطورها ، بحيث كان الفضاء في البداية ، ثم تلاه
الزمان ، ولهذا فهما منفصلان عن بعضهما . وكانت
المادة عنده تركيبا من الفضاء والزمان ولهذا فهي
لا تحوز بالنسبة لهما اهمية ثانوية ، اما الفضاء
والزمان فهما كميات صرفة ، لا يؤدي تغيرهما الى
تغيرات نوعية ابدا

وذهب ماخ الى ان الفضاء والزمان مجموعة
من الاحساسات

اما الموضوعات الفلسفية المادية الحديثة عن
الفضاء والزمان فهي ان « الفضاء والزمان شكلان
لوجود المادة » . وتنطوي هذه الموضوعات على الضد
من جميع الاتجاهات المثالية ، على الاقرار بأن
الفضاء والزمان ماديان ، أي انهما يتجلبان دائما
بالارتباط مع الواقع الموضوعي الموجود خارج وعينا

ومستقلا عنه . فقد ذهب **فويرباخ** الى أن « الفضاء والزمان شكلان لوجود كل الاشياء . وأن الوجود في الفضاء هو وحده الوجود » (٨) وأن « الفضاء والزمان ليسا شكلين لظهور الوجود والتفكير ، وانما هما شرطان لكيانهما ، شكلان لاستيما بهما » (٩) . وبهذا الاتجاه سار الفلاسفة الماديون في النظر الى الفضاء والزمان . « أن شكلي وجود المادة هما بدون المادة لا شيء ، تصورات فارغة ، تجرييدات لا توجد الا في رؤوسنا » (١٠) . وبما أن المادية تعترف بوجود واقع موضوعي ، أي مادة متحركة موجودة مستقلة عن وعينا ، فلا بد من الاعتراف بالواقع الموضوعي للفضاء والزمان .

تبلورت المقولة المادية عن الفضاء والزمان في القرن التاسع عشر كجواب على مسألة اصل تصوراتنا عنهما . فهما في الفلسفة المادية موجودان موضوعيا ، وأن تصوراتنا ونظرياتنا عنهما انعكاس عن واقعهما الموضوعي ، وهما ليسا مجرد احاسيس ذاتية ، وليس من خلق الفكر .

وقد كان العديد من الفلاسفة الماديين الى حد قريب يفسرون كلمة « شكل » الواردة في عبارة « شكل وجود المادة » باتجاه العلاقة بين الشكل والمحتوى . غير أن هذا التفسير يؤدي ، بسبب

اولوية المحتوى ، الى صعوبات جمة زادتھا نظرية النسبية حدة

ان تاريخ تطور فهم الانسان للفضاء والزمان يبين ان تغير تصوراتنا عنھما لا یفند واقعھما الموضوعي ، تماما بنفس الطريقة التي لا یفند فیھا تغير معارفنا عن بنية المادة وحركتها الواقع الموضوعي للعالم الخارجي .

الفضاء والزمان یوجدان وجودا واقعي موضوعيا ، مستقلين عن وعي الانسان . وان المقولة المثالية في ان الفضاء والزمان ذاتيان لیست صحيحة لان النتيجة المترتبة على هذه المقولة هي انه قبل ظهور الانسان على الارض لم یوجد العالم في فضاء ولا زمان ، وهي نتيجة واضحة الخطأ

یكون الفضاء والزمان وحدة من المطلق والنسبي فهما یوجدان وجودا مطلقا بمعنی انھما موجودان وجودا واقعي موضوعيا مرتبطا بوجود المادة وهما نسبيان لان خصائصھما المموسسة تعتمد على حالة المادة (سرع الاجسام ، توزيع المادة) في المنطقة المعنية من الكون .

قد یوجد سوء فهم في علاقة النسبي بالمطلق في خواص الفضازمان في نظرية النسبية . مثال

ذلك ما ذهب اليه احد الفيزيائيين الذي انتقد منطلقات نظرية النسبية حيث قال : « ان الجوهري لا يكمن في النسبية بل في المطلق - في خواص الفضازمان مستقلا عن نظام الاحداثيات » (١١) ولكن يحق لنا هنا ان نتساءل : ما هو المطلق الذي يراد به ان يكون اساسا لنظرية النسبية ؟ وماذا ينبغي ان يفهم من البنية المطلقة للفضازمان ؟ وما هي خواص الفضازمان المطلقة بالاستقلال عن الاحداثيات ؟ ان الافكار الواردة في الانتقاد المذكور تعادل تكران الفحوى الفيزيائي والفلسفي لنظرية النسبية ، ذلك لان التسليم بوجود فضازمان مطلق بالمعنى الوارد في الانتقاد يعني اهمال العلاقة بين الفضاء والزمان والمادة والحركة، واعتبار الفضازمان المطلق وكأنه قائم بذاته .

الكون واللا نهائية

الكون هو مجموع الانظمة المادية الموجودة في الفضاء والزمان (الشهب والنيازك والمذنبات والاقمار والكواكب والنجوم والمجرات)

ويطلق اسم « الكوسمولوجيا » cosmology على علم بنية وتطور اشكال المادة وطوبولوجيتها وحركتها وتشكيلاتها وتغيراتها ونشوتها واضمحلالها .

كانت الكوسمولوجيا منذ اقدم الازمان مرتبطة ارتباطا وثيقا بالفلسفة والنظرة للعالم . وهي ، كعلم يتخذ كل الكون بجميع اشكال حركة المادة فيه وبنيتها اللامتناهية كميا ونوعيا موضوعا له ، لا يمكن ان تقتصر على مجرد الرصد والقياس والحساب ، انما تعتمد ايضا على افكار فلسفية عامة . ولهذا يعتمد تقدم العلم او عرقلته على الصفة العلمية التي تتمتع بها تلك الافكار . لهذا السبب كانت الكوسمولوجيا منذ اقدم العصور وحتى الان ، في بؤرة الصراع بين التيارات الفلسفية المتناقضة وكان هذا الصراع يرتبط بصورة مباشرة او غير مباشرة بالصراعات الاجتماعية .

كانت التأملات الاولى عن الكون متأثرة تائرا كبيرا بالاساطير (الصينيون ، الهنود ، المصريون ، البابليون) . وفي الفلسفة اليونانية ظهر بجانب التأملات المادية لفلاسفة الطبيعة اليونان عن الكون تصورات اسطورية عنه . وكان نظام ارسطو ، اوسع الكوسمولوجيات انتشارا في العصور القديمة والوسطى فقد ذهب ارسطو الى ان الكون ذو امتداد فضائي محدود ، الا انه غير محدود زمانيا ، وهو يتصف بالمركزية الارضية : ففي المركز تقع الارض الكروية الساكنة ، تحيطها كرات القمر فالكواكب فالنجوم الثابتة ، فالاله المحرك الذي لا يتحرك

وفي هذه الكرات تدور الاجرام السماوية في افلاك دائرية حول الارض الساكنة كمركز لها . (كان ارسطو ، استنادا الى افلاطون ، يعتبر الحركة الدائرية اكمل حركة) . وقد نشأت هذه الفكرة من المشاهدة اليومية البسيطة لحركة الشمس الظاهرية ، وكذلك الاجرام السماوية الاخرى ، حول الارض . اما انحرافات الحركات الحقيقية المرصودة والناجمة عن هذه الفرضية الخاطئة فقد عالجها يودوكسوس وكاليبوس باضافة كرات متداخلة . وكان ارسطو ينظر الى النجوم ككائنات تتمتع بعقل يفوق عقل البشر . وربما كان في ذلك منطلق لتطور «التنجيم» . اما العالم فلم يكن عنده موحدا : ففي العالم الارضي ، تحت كرة القمر ، كل شيء متغير ، ناقص ، وفي العالم فوق القمر ، كل شيء ثابت ، كامل .

وقد طور بطليموس هذه الصورة عن الكون الى النظام المعروف باسمه : نظام بطليموس المركزي الارضي ، الذي كان اول نظام كوني عقلاني منهجي فلكي .

وكانت صورة العالم الكنسية في العصور الوسطى تعتمد على النظام البطلمي .

وفي بداية العصر الحديث دفعت صورة الكون الارسطية الى الورا . ففي القرن الخامس عشر تقدم كوزانوس بمقولة ان الكون لا نهائي وليس له

مركز . اما النظام المركزي الشمسي الذي اتى به كوبرنيك (الانظمة المشابهة السابقة في العصور القديمة كانت تأملية : فيلولاولوس ، ارستارخوس) فقد ازاح الارض عن موقعها المركزي ، ووضع الشمس محلها ، كما ازاح كرة النجوم بعيدا في الفضاء وبدا اصبحت الارض هباءة في الكون الواسع . واما برونو فقد ذهب الى ان الكون لا نهائي ، وان هناك عوالم ماهرة غير عالمنا ، وبنى افكاره على مذهب وحدة الوجود .

كانت اهم نتيجة للنظام الكوبرنيكي هي تحرير علم الطبيعة من المعتقدات الجامدة ، وجعله علمانيا ، وفتح الطريق امام البحث العلمي في الطبيعة الذي يؤدي الى صياغة قوانين كمية دقيقة مبنية على التجربة والقياس والارصاد . وقد كافحت الكنيسة صورة العالم الكوبرنيكية لتعارضها مع تعاليمها

ان نظام كوبرنيك حقيقي موضوعيا . وان نكران الفلسفة الوضعية والاصطلاحية لهذه الحقيقة الواقعية ليس له اساس . وتحاول المثالية الحديثة الاستعانة بنظرية النسبية كي تستنتج تساوي النظامين الكوبرنيكي والبطلمي . ولكن هذا الاستنتاج غير صحيح لان جعل الكينماتيك (اسلوب الحركة) نسبيا بهذه الصورة يجعل من غير الممكن استنتاج اية علاقة فيزيائية حقيقية . والنظام البطلمي

يؤدي فوق هذا الى تناقضات مع نظرية النسبية ،
اذ يجب على النجوم الثابتة حسب هذا النظام ان
تتحرك بسرعه هائلة تفوق سرعة الضوء بكثير

منذ بداية العصر الحديث اصبحت معارف
الفيزياء ونظرياتها وطرائقها اساسا لتكوين صورة
علمية عن الكون . وقد بدأ هذا التطور باكتشاف
نيوتن لقانون الجاذبية . وان كان الميكانيك في البداية
هو العلم الوحيد الدقيق الذي اعان البحث
الكوسمولوجي ، فقد اصبح الضوء وتحليل الاطياف
وعلم الحرارة (الترموديناميك) والكهربائية
والفيزياء الذرية والنوية ، والنظرية الكوانتية
والنسبية علوما لا تستطيع الكوسمولوجيا الاستغناء
عنها . وكانت صورة الكون المادية العلمية تعتمد في
البداية على تصورات الفضاء الاقليدي والميكانيك
الكلاسيكي ، اما الصورة الحديثة فتعتمد على هذه
العلوم ، وصار من الممكن معرفة بنية الاجرام الكونية
ومادتها واشعاعها معرفة جيدة . ونستطيع الان ان
نرصد بواسطة التلسكوبات الفلكية الكبيرة اجساما
كونية تبعد عنا ٥ مليارات سنة ضوئية ، اما
التلسكوبات الراديوية فتجعل بالمستطاع تمييز
اجسام كونية تبعد عنا ١٥ - ٢٠ مليار سنة ضوئية .

ان توزيع المادة في الكون توزيعا منسجما ام غير
منسجم يكتسب اهمية كبيرة في حل مسألة نهائية

او لانهاية الفضاء الكوني ، وتبعاً لذلك لوضع
« الموديلات » الكونية . وتشير الابحاث الحديثة الى
ان توزيع المادة في الكون المعروف الان غير منسجم .
ولهذا يذهب العديد من العلماء الى ضرورة وضع
نظرية (موديل) لكون غير منسجم inhomogeneous
وغير ايسوتروب anisotropic

وتطرح الانواع المتعددة للنجوم (نجوم من
مختلف الاصناف الطيفية ، النجوم العملاقة ،
النجوم الاقزام ، النجوم المتفجرة) مسألة تطور هذه
الاجرام على بساط البحث . فقد استطاع علم
الفلك الحديث ان يشخص نجوماً من مختلف
الاعمار نجوماً جديدة لا يتجاوز عمرها بضعة
ملايين من السنين ، واخرى قديمة يقدر عمرها بعدة
مليارات من السنين وينطبق نفس الشيء على
المجرات . ويبدو ان عملية نشوء الاجرام الكونية
واندثارها ليست عملية جرت مرة واحدة فقط ،
انما يجرى بصورة مستمرة حتى الان .

هناك « موديلات » عديدة للكون ، تعتمد كلها
على فرضية هامة ، هي امكان تمديد المعرفة المكتسبة
عن الجزء الواقع في مجال ارصادنا من الكون حتى
تشمل الكون كله ، اي افتراض ان الجزء المرصود
من الكون كبير للدرجة ، بحيث يصح اعتباره ممثلاً

لكل الكون ، وان القوانين المكتشفة في هذا الجزء لا تقتصر صحتها على هذا الجزء ، بل تحوز على صحة عامة كونية .

وقد مر بنا ان نظرية النسبية العامة قد ابانت ان المادة وبنية الفضا زمان تؤثر احدهما بالآخرى وتشتط احدهما الاخرى ، بحيث ان هندسة الفضاء تعتمد على توزيع المادة . وعلى ذلك فان موديلات الكون الفيزياوية الرياضية ، باعتبارها تصورات عن بنيته الهندسية ، تعتمد على الفرضيات المتخذة بخصوص توزيع المادة (كثافتها في الكون) . ويجب ان نذكر هنا ان هذه الموديلات لا يمكن بناؤها بالاعتماد على نظرية النسبية وحدها ، بل يجب اضافة فرضيات اخرى للوصول الى هذه الغاية ، قسم منها يعتمد على ارصاد فلكية ، وقسم اخر افتراضي صرف .

ان نظرية النسبية بذاتها لا تنبيء بشيء عن نهائية الكون او لا نهائيته . ولكن موديلات الكون التي تعتمد على نظرية النسبية وتتخذ فرضيات اضافية مختلفة تقدم اجوبة مختلفة على هذه المسألة .

فموديل اينشتاين لعام ١٩١٧ يؤدي الى ان الكون نهائي . وينطلق اينشتاين في بناء هذا الموديل

من فرضية انسجام الفضاء وايسوتروبيتيه ، وان معدل كثافة المادة الكونية ثابت ، وان العالم « مستقر » ، وان لبنية الفضاء تحديدا موجبا ثابتا ، وهذا يعني ان الكون نهائي ، مطلق ، وغير محدود .

في الفيزياء الكلاسيكية لم يكن يميز بين اللانهائية واللامحدودية . فعند نيوتن كان الكون لا نهائيا ولا محدودا في نفس الوقت . ولم يحصل هذا التمييز الا بواسطة العالم الرياضي ريمان عام

١٨٥٤

وفي عام ١٩١٧ ايضا قدم دي ستر de Sitter افكارا جديدة حول الطبيعة الديناميكية للكون ، كانت اساسا لحساب الازاحة الحمراء (فايل Weyl ١٩٢٣) التي تحققت باكتشاف هبل Hubble (١٩٢٩) . وفي عام ١٩٢٢ أبان فريدمان Friedmann ان نظرية النسبية العامة لا تسمح الا بكون متطور مع الزمن ، وان تحذب الفضاء ، بالرغم من انه واحد في جميع الاتجاهات الا انه يتغير مع الزمن ، وهذا يؤدي الى تغير المسافات بين النقاط المادية ، وان سرع هذه النقاط تتناسب طرديا مع هذه المسافات . هذه الحقيقة معروفة الان باسم « توسع الكون » .

ان نهائية الفضاء الممكنة او لا نهائيته ليست مقولة فلسفية بل مسألة علمية طبيعية اختصاصية

(فيزيائية ، كوسمولوجية ، فلكية) وهي مسألة لم يبت بها حتى الان . وقد طورت موديلات كوسمولوجية اعم (كودل K. Gödel وسلمانوف A. C. Selmanov) . وحسب رأي سلمانوف لا يصح السؤال عن نهائية الفضاء او لا نهائيته الا في موديل كوسمولوجي بسيط يتوفر فيه انسجام الفضاء وايسوتروبيته . اما عند معالجة موديل اكثر تعقيدا (اللانسجام واللايسوتروبية) فيفقد هذا السؤال معناه ، وان لا نهائية الفضاء في احد المراجع لا تتنافى مع نهائيته في مرجع اخر .

لا تقتصر اهمية النهائية واللانهاية على الكوسمولوجيا وحدها ، بل تتعداها الى الفلسفة . وقد كان هذان المفهومان موضع جدل طويل في تاريخ الفكر الانساني

وكانت موضوعا لا نهائيا العالم المادي - خاصة لا نهائية الفضاء والزمان (الازل والابد) - في الماضي جزءا مهما من كافة الفلسفات المادية . وقد ارتبطت هذه القضية الفكرية في تاريخ الفلسفة بالقضية الكوسمولوجية ، وظهرت فكرة اللانهاية الفلسفية اول الامر بالاعتماد على فكرة لا نهائية الفضاء بالمعنى الفيزيائي .

ورغم ان اللانهاية الفلسفية لا تماثل اللانهاية الكوسمولوجية ، اذ ان الاخيرة مسألة علمية طبيعية

اختصاصية كما قلنا - الا انه لا يمكن تطوير موضوعه
اللانهاية الفلسفية بمعزل عن نتائج البحث
الكوسمولوجي

تعني لا نهائية العالم المادي بوجه من الواجه
وحدة العالم المادية فالرابطة المادية في العالم لا
تخرق في اي ظرف من الظروف ، وان هذه الظروف
هي ظروف فضازمانية . وذلك يعني ان هذه الرابطة
لا تخرق في اي مكان او زمان . ولهذا فاللانهاية
الفضازمانية تعني هنا ان العلاقات الفضازمانية
ترتبط بدون استثناء بروابط متبادلة مع العلاقات
المادية الاخرى .

واللانهاية بارتباطها بالتطور تعني التعقد
والتعدد اللذين لا ينتهيان . ولان المادة لا تغنى ولا
تستحدث ولا تستنفد نوعيا ، تكون جميع الاشكال
المتناهية النسبية للمادة في نفس الوقت اشكال
ظهور المادة اللامتناهية . وبهذا ترتبط اللانهاية
بنهاية ونسبية كل ظاهرة مفردة ، كما تتعلق
بتمدداتها الكمي والنوعي الذي لا يستنفد .

ان الاعتراف بالتعقد اللانهائي للمادة هو تعميم
لمعرفتنا الراهنة وتكمن الاهمية المعرفية لهذا
الاعتراف في الموضوعة المادية الجدلية عن المعرفة ،
وهي ان كل مقولاتنا عن بنية المادة هي حقائق

نسبية . وبهذا المعنى يصبح كل اكتشاف جديد تأكيداً لموضوعة التعقد اللا نهائي للمادة التي لا يمكن معرفتها معرفة مطلقة لسببين : الاول لان الواقع الموضوعي نفسه يتبدل ويتطور دائماً ، والثاني لان المعرفة نفسها عملية معقدة في الانتقال من البسيط الى المعقد ، ومن المظهر الى الجوهر . ان موضوعة لا نهائية المادة بهذا الشكل موضوعة معرفية . فهي ليست مقولة عن الكيفية التي توجد بها المادة ، وذلك من اختصاص العلوم المفردة الاختصاصية ، بل مقولة تعبر عن ان معرفتنا عن الكيفية التي توجد بها المادة نسبية دائماً ، وليست مطلقة ، ولكنها تتقرب من الحقيقة المطلقة تقرباً اسيمبتوتياً يزداد باستمرار .

ان مفهوم اللا نهائية الفلسفي لا يماثل مفهوم اللا نهائية الرياضي ، كما انه لا يختزل الى مفهوم اللا نهائية في الكوسمولوجيا وان لا نهائية العالم ايضاً لا تعني مجرد وجود عدد لا نهائي من اجسام ذات نوعية واحدة ، بل يجب ان يؤخذ بالحسبان ظهور انواع جديدة غير معروفة من المادة في الفضاء الكوني البعيد جداً ، قد تخضع لقوانين لا نعرفها الان .

الفصل السادس

مسائل معرفية في الفيزياء

النظرية الفيزيائية

النظرية مجموعة مقولات منظمة عن حقل من حقول الواقع الموضوعي أو الفكر . واهم مكونات النظرية هي القوانين التي تحتويها .

والنظرية نظام متكامل نسبيا من المعارف ، يتطور بتطور المعرفة . وتتطور النظرية باستيعابها للحقائق التجريبية الجديدة ، والمفاهيم المعبرة عن هذه الحقائق ، وبذلك تصبح النظرية اكثر دقة .

يعتبر اينشتاين النظريات الفيزيائية «محاولات لتكوين صورة عن العالم واقامة رابطة بين هذه الصورة وعالم الاحساسات» (١) .

يعتمد المجال الذي تعمل فيه اية نظرية على تعدد الظواهر التي تستطيع النظرية تفسيرها . ويحدث احيانا ان يمتد مجال احدى النظريات بحيث يشمل ظواهر جديدة لم تقصدها النظرية عند بدء تكوينها . مثال ذلك نظرية ماكسويل الكهربائية - المغناطيسية التي استطاعت ان تحتوى علم الضوء الكلاسيكي .

الاسس الفلسفية التي تعتمد عليها اية نظرية
فيزياوية (والتي غالبا ما لا يصرح بها) هي :

أ - وجود العالم الموضوعي ، مستقلا عن
وعينا

ب - سببية العمليات في الطبيعة ، واستبعاد
القوى فوق الطبيعية في تفسير هذه العمليات .

ج - ان العمليات الطبيعية تجري حسب
قوانين ، اي حسب روابط عامة ضرورية ، جوهرية .

د - ان العالم وقوانينه يمكن معرفته ،
فقوانين العمليات الطبيعية يمكن اكتشافها ، كما
يمكن صياغة نظريات لتفسيرها ، وان هذه النظريات
ليس لها صحة مطلقة ابدية ، بل تقترب من الحقيقة
الموضوعية بتقدم العلم

الطريق الذي تقطعه النظرية الفيزياوية في
نشوئها وتطورها واضمحلالها المحتمل يتسم
بالمراحل التالية :-

أ - اكتشاف القوانين التي تخضع لها ظواهر
الطبيعة في مجال من المجالات .

ب - افتراض فرضيات قليلة ما امكن ، من
اجل بناء النظرية التي تفسر تلك الظواهر .

ج - بناء النظرية رياضيا على أساس هذه
الفرضيات بحيث يمكن التوصل الى القوانين
المكتشفة بصورة منطقية . وبهذا « تفسر » النظرية
الظواهر الطبيعية المعروفة .

د - اشتقاق بعض الاستنتاجات من النظرية ،
بحيث يمكن التثبت منها تجريبيا . فإن أبدت
التجربة هذه الاستنتاجات كان ذلك تأييدا لصحة
النظرية نفسها

هـ - ان لم تؤيد التجربة تلك الاستنتاجات ،
او ان اكتشفت ظواهر جديدة لا تستطيع النظرية
« تفسيرها » نشأت أزمة في الفيزياء . وغالبا ما
تبدل بعض المحاولات لانقاذ النظرية القديمة بأدخال
بعض التغييرات والتحويلات ، بعض « الاصلاحات »
عليها (مثال ذلك محاولات لورنتس لانقاذ الاثير) .
فإن تراكمت الخلافات مع النظرية القديمة ، فلا يفيد
عندئذ « اصلاح » وبهذا تحل نهاية النظرية .

و - عندئذ يجب صياغة نظرية جديدة
تستطيع تفسير الحقائق الفيزيائية ، القديمة منها
والجديدة . ولكن لا ترمي النظرية القديمة عرض
الحائط باعتبارها خاطئة ، بل تعتبر حالة خاصة من
النظرية الجديدة ، كما يعتبر مثلا ميكانيك نيوتن
حالة خاصة من الميكانيك النسبي .

ان تطور الفيزياء ، وكل العلوم الاخرى ،
يجرى بواسطة الجهود المبذولة للتغلب على الازمة
اي التناقض الذي يحصل بين توقعات النظرية
والحقائق التجريبية . ونستطيع ان نقول ان القانون
الرئيسي لتطور الفيزياء ينطبق على قانون التطور
العام لنشوء التناقضات والتغلب عليها ، علما بانه
في كل مرحلة جديدة من مراحل التطور تنشأ
تناقضات جديدة . ان حل معضلات الفيزياء ، التغلب
على التناقضات النظرية ، يجلب معه معضلات اعمق
واصعب حلا . وتزداد المعضلات والمصاعب كلما
توسعت المعلومات الفيزيائية وتعمقت . هنا يكمن
الدافع الدائم لتطور الفيزياء المستمر .

ليس هناك نظرية فيزيائية تدعي لنفسها الصحة
المطلقة الابدية . ولكل نظرية صحة نسبية . وبتقدم
الفيزياء تتقرب النظريات والافكار الفيزيائية من
الحقيقة المطلقة .

ومهما كان نجاح احدى النظريات الفيزيائية
كبيرا ، تكفي حقيقة تجريبية واحدة تختلف مع
استنتاجات النظرية لدحض تلك النظرية . ولكن
رغم فشل هذه فإنها لا تعتبر خاطئة تماما وغير
مفيدة ، لانها كانت تستطيع ان تفسر العديد من
الحقائق التجريبية الفيزيائية .

يحدث احيانا ان « نظريتين » مختلفتين
تستطيعان تفسير نفس الحقائق التجريبية . مثال
ذلك نظرية الضوء الموجية (هيجنز) والدقائقية
(نيوتن) في القرنين السابع عشر والثامن عشر . مثل
هذه « النظريات » التي لا يمكن البت في صحة
احداها او خطأها تجربيا ، تبقى في مرحلة الافتراض
hypothesis . ولا يحق لهذا الافتراض ان
يتخذ صفة النظرية العلمية المبرهن عليها الا حينما
يؤيد بحقائق عملية جديدة يستطيع تفسيرها ، او
تستنتج منه نتائج تثبت صحتها بالتجربة .

التصور - الموديل - التجريد

عند الحديث عن الفيزياء الحديثة تنعت هذه
غالبا بأنها لا تقدم وصفا للطبيعة سهل تصوره
ويتحدث بعض الفيزيائيين عن التراجع الواعي
المتقصد عن تصور الحدث الطبيعي .

ان ذلك يرجع الى حقيقة ان الكثير من افكار
الفيزياء الحديثة ومفاهيمها لا تتفق مع تصوراتنا
الاعتيادية الكلاسيكية فمفاهيم مثل كوانتية
الطاقة والزخم الدوراني ، وعلاقة اللادقة ، وتحول
المادة المتناقلة الى اشعاع (الفناء الزوجي) وبالعكس
(التولد الزوجي) ، وتغير المسافات والزمن تبعاً
لسرعة المرجع ، وتحذب الفضاء ، وغيرها لا يمكن

تصورها كلاسيكيا . ان تطوّر الفيزياء قد اّبان بوضوح ان ليس بمقدور الفيزياء الكلاسيكية تفسير العمليات الجارية في العالم الصغير وفي العالم الكبير ذي الابعاد الكونية . ولهذا وجب وضع فيزياء جديدة بمفاهيم جديدة لتفسير تلك العمليات .

يجرى الحديث احيانا عن الاتيان بـ « افكار مخبولة » الى الفيزياء . ويمكن القول ان هذه الافكار مخبولة ومعقولة في آن واحد فهي « مخبولة » لانها لا تتفق مع تصوراتنا اليومية التي اعتدنا عليها ومنحنها الصحة باطمئنان ، وهي معقولة لانها تفسر الحقائق الفيزيائية العملية تفسيراً جيداً ، وهو ما لا تستطيعه المفاهيم القديمة . ان واجب الفيزياء كشف قوانين الطبيعة بصرف النظر عما اذا كانت المفاهيم التي تعبر بها هذه القوانين اعتيادية بالنسبة لنا ام غير اعتيادية . ان الظواهر المرسكووية والكونية وعلاقتها وتفاعلاتها المتبادلة معقدة جدا الى درجة اننا لا نستطيع استيعابها بتصوراتنا الاعتيادية الكلاسيكية ، وهي لا يمكن الكشف عنها واستيعابها الا بافكار ومفاهيم « ثورية » ليس من السهل تصورهما في بعض الاحيان . وبهذا الصدد قال ماكس بورن : ان الميكانيك الكوانتي « يتطلب ، الى جانب المعرفة بصياغته الرياضية المعقدة ، موقفا فلسفيا معنا ، هو الاستعداد للتضحية بالمفاهيم

العتيقة وتبني مفاهيم جديدة» (٢) . وتعرض هازنبرك لنفس الموضوع مؤكداً على وجوب التخلي عن اشتراط امكانية التصور في النظرية مقابل احتوائها على مقادير يمكن قياسها عملياً . وأشار اينشتاين الى ضرورة نبذ مفاهيم كالسرعة المطلقة والتواقت المطلق وغيرهما ، وصاغ رأيه عن المفاهيم الفيزيائية حيث قال « لا يوجد في الفيزياء مفهوم يلزم استتماله بصورة ضرورية مسبقة . ولا يحوز مفهوم من المفاهيم على حق الوجود الا بارتباطه الواضح مع الخبر والحقائق التجريبية الفيزيائية» (٣) .

ان الاهمية الفلسفية للأفكار « المخبولة » تكمن في انها تؤيد مقولة كون افكارنا ، بما فيها الافكار العلمية، انعكاس مقرب عن الواقع الموضوعي، وان هذا الانعكاس يزداد دقة وصحة بتطور العلم . ولا يقتصر دور « الافكار المخبولة » على تطوير افكارنا الفيزيائية فحسب ، بل هي تساهم أيضاً في تطوير نظرتنا للعالم .

بالرغم من ان تصور مفاهيم الفيزياء الكلاسيكية اسهل من تصور مفاهيم الفيزياء الحديثة ، فان ذلك لا يعني ان المفاهيم الكلاسيكية تعكس العمليات الجارية في الطبيعة احسن وادق من المفاهيم الحديثة فالاشياء الكلاسيكية (النقاط الكتلية مثلاً) مبسطة جداً ، بينما الاشياء في الفيزياء

الحديثة (الدقائق الاولى) معقدة في بنائها وعلاقاتها، وبهذا تمتاز الفيزياء الحديثة على القديمة بكونها اعمق سبرا للطبيعة .

امكانية التصور عملية جدلية تعتمد على مستوى المعرفة التاريخي للمجتمع وعلى الفرد ايضا، وتتطور بتطور المعرفة . ان ما يعتبر اليوم « فكرة مخبولة » يصبح غدا ، بعد تطور المعارف الفيزيائية والفلسفية ، امرا اعتياديا .

ويرتبط التصور بتكوين « الموديل » ، النموذج . ويخدم الموديل لتوضيح العمليات ، ولا سيما المعقدة منها ، وتسهيل تصورها ، وبذلك يساهم في دراسة الشيء الذي جاء لتصويره وفحص صحة النظرية التي بنى عليها ومن الطبيعي ان الاشياء والعمليات الفيزيائية وعلاقاتها اعقد من موديلاتها وتنقل الاستنتاجات من الموديل الى الجسم الاصلي او العملية الطبيعية بالمقارنة .

من الامثلة على الموديلات في الفيزياء الحديثة : موديل بور للذرة ، وموديل تومسون ، ومختلف موديلات نواة الذرة ، وموديلات الكون .

الموديل صورة ، فكرية او مادية ، لجسم او عملية او علاقة ، يستخدم لتوضيحها وتسهيل تصورها ودراستها بالمقارنة .

رغم الخسارة الحاصلة في التصور في الفيزياء الحديثة ، لا تفقد الاشياء والمفاهيم الفيزيائية علاقتها كلياً بالخبر الحسية ، ولو أنها تصبح أكثر تجريداً ، فهي تعكس الحقيقة الموضوعية بأدق وأعمق واشمل من الخبر الحسية البسيطة

تتألف عملية التجريد من سلسلة اعمال فكرية حيث يهمل ما هو غير جوهري من صفات الشيء وعلاقاته ، وتبرز صفات وعلاقات ومعالم أخرى منه باعتبارها جوهريّة . وكنتيجة لعملية التجريد تنشأ مفاهيم تعكس جوهر الشيء . هذه المفاهيم قد تكون بعيدة عن الاحساس المباشر بالشيء ، الا أنها رغم ذلك تعكس الواقع الموضوعي بدرجة أعمق واشمل مما يعكسه هذا الاحساس . ان تجريدات مثل : المادة ، القانون الطبيعي ، التوصيل الكهربائي ، المرونة ، الوراثة ، وكل التجريدات العلمية تعكس الطبيعة بدرجة أعمق واشمل ، رغم بعد بعضها عن الحس المباشر . وقد ذهب اينشتاين وهايزنبرك الى ان الفيزياء الحديثة تستوعب جيداً طبيعة الظواهر الموضوعية بواسطة التجريدات الرياضية .

تصبح التجريدات ضرورية ومهمة حينما يكون لها أساس في خواص الواقع الموضوعي وعلاقاته ، والا فإنها تتحول الى « تجريدات فارغة » ، مجرد تأملات ، لا تطابق شيئاً واقعياً

تتطور امكانية التصور بتطور معرفة الانسان،
وتتغير الموديلات بتقدم العلم ، وتصير المفاهيم اكثر
تجريدا ، وبذلك يصبح العلم اكثر قدرة على
عكس الواقع الموضوعي عكسا يزداد صحة بتطور
البحث العلمي الذي لا ينتهي .

– الهوامش –

– الفصل الأول –

1. H. v. Helmholtz, Populärwissenschaftliche Vorträge, Heft I, Braunschweig 1865, S. 7.
2. F. Engels, Dialektik der Natur, Berlin 1973, S. 202.
3. W. I. Lwow, Albert Einstein-Leben und Werk, Leipzig 1957, S. 99.
4. W. Heisenberg, Physik und philosophie, Berlin 1959, S. 113.
5. C. F. v. Weizsäcker, Zum Weltbild der Physik, Stuttgart 1958, S. 80.
6. M. Born, Physik im Wandel meiner Zeit, Braunschweig 1959, S. 36.
7. M. Born, Physik und Politik, Göttingen 1960, S. 44.

– الفصل الثاني –

1. I. Newton, Opticks, London 1704, Qu. 31.
2. W. Heisenberg, Wandlungen in der Grundlagen der Naturwissenschaft, Leipzig 1945, S. 108.

- الفصل الثالث -

1. F. Exner, Vorlesungen über die physikalischen Grundlagen der Naturwissenschaften, Wien 1910, S. 701.
2. M. Born, Physik im Wandel meiner Zeit, Braunschweig 1957, S. 49.
3. M. Planck, Wege zur physikalischen Erkenntnis, Leipzig 1944, S. 64.
4. E. Mach, Erkenntnis und Irrtum, Leipzig 1917, S. 283.
5. P. S. Laplace, Philosophischer Versuch über die Wahrscheinlichkeit, Leipzig 1932, S. 1f.
6. E. Mach, Die Mechanik in ihrer Entwicklung, Wien 1904, S. 524.
7. C.W.F. Hegel, Wissenschaft der Logik, 1. Teil, S. 141.
8. B. Spinoza, Ethik, Leipzig 1949, S. 31.

- الفصل الرابع -

1. P. Jordan, Das Bild der modernen Physik, Berlin 1957, S. 45.
2. W. Heisenberg, Zeitschrift für Physik, 43 (1927) S. 197.

3. W. Heisenberg, Wandlungen (a.a.O.) S. 53-54.
4. W. Heisenberg, Ebenda, S. 57.
5. W. Heisenberg, Ebenda, S. 66.
6. N. Bohr, Atomtheorie und Naturbeschreibung, Berlin 1931, S. 36.
7. M. Born, Physik und Politik, Göttingen 1960, S. 8.
8. M. Born, Physik im Wandel meiner Zeit, Braunschweig 1959, S. 101.
9. M. Born, Ebenda, S. 104.
10. M. Born, Ebenda, S. 179.
11. A. Einstein, Bemerkungen, in: a.a.O., S. 494.
12. A. Einstein, Ebenda.
13. A. Einstein, nach M. Born, Physik im Wandel meiner Zeit, Braunschweig 1959, S. 228.
14. A. Einstein, Einleitende Bemerkungen über Grundbegriffe in, Louis de Broglie und die Physiker Hamburg 1955, S. 13.
15. A. Einstein, Bemerkungen, in: a.a.O., S. 496.

— الفصل الخامس —

1. A. Einstein, Über die Spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie, Berlin 1970, S. 65.
2. Ebenda, S. 125.
3. J. Wheeler, Geometrodynamics, New York. 1962.
4. C. W. Misner and J. A. Wheeler, Classical Physics as Geometry, in: Annals of Physics (1957) 526.
5. I. Kant, Kritik der reinen Vernunft, Leipzig 1956, S. 457.
6. Ebenda, S. 96.
7. Ebenda, S. 102.
8. Feuerbach, Kleine Philosophische Schriften, Leipzig 1950, S. 65.
9. Ebenda, S. 155.
10. F. Engels, Werke, Bd. 20, Berlin 1962, S. 48.
11. A. D. Alexandrow, Die moderne Naturwissenschaft, Moskau 1969, S. 219.

- الفصل السادس -

1. Einstein/ Infeld, Die Evolution der Physik, Hamburg, 1970, S. 193.
2. M. Born, Physik im Wandel meiner Zeit, Braunschweig 1959, S. 143.
3. A. Einstein, Briefe an Maurice Solovine, Berlin 1960, S. 20.

الفهرست

المقدمة	٣
الفصل الاول : الفيزياء والفلسفة	٥
علاقة الفلسفة بالفيزياء والعلوم الطبيعية الاخرى ٥ - الفيزيائيون المعاصرون والفلسفة ١٠	
الفصل الثاني : المادة في الفيزياء والفلسفة	١٨
تطور مفهوم المادة ١٨ - المجال ٢٧ - الكتلة ٣٠ - الدقائق الاولى ٣٣	
الفصل الثالث : بعض الروابط الموضوعية المتعلقة بالفيزياء	٣٧
القانون ٣٧ - القوانين الديناميكية والاحصائية ٤٠ - الميكانيك الكوانتي والتفسير الاحصائي للدالة الموجية ٤٢ - علاقة القوانين الديناميكية بالقوانين الاحصائية ٤٤ - الحتمية ٤٨ (الحتمية الميكانيكية ٤٩ - افول المادية الميكانيكية والحتمية المكانكة ٥٢ - الحتمية الجدلية ٥٤) - السببية ٥٦ - الصدفة ٦٣ - التنبؤ العلمي ٦٧ -	
الفصل الرابع : المسائل الفلسفية فسي في النظرية الكوانتية .	٧١

بعض الحقائق الفيزيائية ٧١ (معالم
 الكلاسيكية ٧١ - فشل الفيزياء
 الكلاسيكية في العالم الصغير/ثنائية
 الدقيقة - الموجة ٧٢ - النظرية
 الكوانتية ٧٤ - علاقة اللادقة ٧٦) -
 مسائل نظرية معرفية متعلقة بالميكانيك
 الكوانتي ٧٧ - (مبدأ التطابق ٧٧ -
 مبدأ التكميلية ٧٩ - مبدأ الملاحظة
 ٨٠) - مدرسة كوبنهاغن ومعارضوها
 ٨٢ .

٩٧ الفصل الخامس المسائل الفلسفية في نظرية النسبية

نظرية النسبية ٩٧ - الفضاء والزمان :
 فيزيائيا ١٠٢ (الفضاء والزمان في
 نظرية النسبية الخاصة ١٠٣ - عالم
 منكوفسكي ١٠٤ - الفضاء والزمان في
 نظرية النسبية العامة ١٠٧ - الفضاء
 والمادة في نظرية المجال الموحد
 والجيومتروديناميك ١١٠) - فلسفيا
 ١١٣ - الكون والانتهائية ١٢١

١٣٢ الفصل السادس : مسائل معرفية في الفيزياء

النظرية الفيزيائية ١٣٢ - التصور
 والموديل والتجريد ١٣٦

صدر من الموسوعة الصغيرة :
١- العرب والحضارة الاوربية د . فيصل السامر

الموسوعة الصغيرة

سلسلة ثقافية شهرية تتناول
مختلف العلوم والفنون والآداب

رئيس التحرير حميد سعيد

سكرتير التحرير طارق فنواز

الكتاب القادم

الحقيقة الاشتراكية

لحرب البعث العربي الاشتراكي في الفكر والتطبيق

عزير السيد عباس